



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

**LNG TANKER 35000 m³ PARA PROPÓSITOS DE
BUNKERING N° 16-14**

Autor: Juan González Santomé

Tutor del proyecto: Fernando Lago Rodríguez

CUADERNO 1:

**ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y DEFINICIÓN DE
ALTERNATIVAS. SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE**





DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO 16 - 14

TIPO DE BUQUE : Gasero LNG

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : NK NS (LNG tipo 2G)
SOLAS MARPOL CIG

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Carga refrigerada, 35.000 M3

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 18 nudos al 85% MCR y 10 % MM

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : De acuerdo con el proyecto.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica dual fuel. Dos líneas de ejes

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 29 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Hélice transversal en proa. Además, cualquier otro tipo de sistema necesario para el funcionamiento normal.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Juan González Santomé

ÍNDICE

1.- Introducción	5
2.- Base de datos	6
3.- Cálculo de las dimensiones principales.	7
3.1.- Cálculo de la eslora	7
3.2.- Cálculo de la manga	8
3.3.- Cálculo del puntal	10
3.4.- Cálculo del calado	12
4.- Resultados del primer dimensionamiento	14
5.- Cálculo de coeficientes	16
5.1.- Cálculo del coeficiente de bloque	18
5.2.- Cálculo del coeficiente de la maestra	19
5.3.- Cálculo del coeficiente prismático longitudinal	20
5.4.- Relaciones existentes entre dimensiones	20
6.- Elección de la cifra de mérito	22
7.- Cálculo de pesos preliminar	23
7.1.- Peso en rosca	23
7.1.1- Peso de aceros	23
7.1.2.- Peso de aceros de superestructura	24
7.1.3.- Peso de maquinaria principales	24
7.1.4.- Peso de equipo restante	25
7.1.5.- Peso de la línea de ejes	26
7.1.6.- Peso de habilitación y equipo	26
7.2.- Peso muerto	27
8.- Costes	28
8.1.- Costes de materiales a granel	28
8.2.- Costes de equipos	29
8.3.- Coste de mano de obra	30
8.4.- Costes varios	30
9.- Alternativa más favorable	31

10.- Nuevo estudio preliminar de pesos.	32
10.1.- Peso en rosca	32
10.1.1- Peso de aceros	33
10.1.2- Peso de aceros de superestructura	33
10.1.3.- Peso de maquinaria principales	33
10.1.4.- Peso de equipo restante	34
10.1.5.- Peso de la línea de ejes	35
10.1.6.- Peso de habilitación y equipo	35
10.2.- Peso muerto	36
11.- Estimación de potencia.	37
12.- Cálculo del francobordo	40
12.1- Tipo de buque	40
12.2.- Cálculo del francobordo tabular	40
12.3.- Corrección por coeficiente de bloque	40
12.4.- Corrección por puntal	41
12.5.- Corrección por superestructuras	41
12.6.- Corrección por arrufo	42
12.7.- Altura mínima en proa	44
12.8.- Francobordos	44
13.- Especificación preliminar	46
13.1.- Características principales	46
13.2.- Casco	49
13.3.- Equipo, armamento e instalaciones	50
13.4.- Maquinaria auxiliar de cubierta	58
13.5.- Instalación propulsora	59
13.6.- Maquinaria auxiliar de cámara de máquinas	60
13.7.- Pertrechos y respetos	63
14.- Disposición general	64

ANEXOS

Anexo 1.- Buques de la base de datos	67
Anexo 2.- Selección de alternativas	98
Anexo 3.- Reportes NavCad 2012 para la elección del motor	142

1.- Introducción

Hoy en día, la importancia del gas natural cada vez es mayor, debido a que ya se utiliza en una amplia variedad de grandes instalaciones. Entre ellas, podemos destacar la utilización de LNG como combustible principal de diferentes embarcaciones destinadas a realizar sus operaciones en zonas ECA.

Debido a esta gran demanda de LNG como combustible para buques, es necesario innovar y agilizar los procesos de reabastecimiento en las plantas de gasificación. Por ello, es interesante introducir los barcos con propósito de “bunkering” en dichas medidas.

Este buque funcionará como intermediario entre la planta de gasificación y el buque que quiera abastecerse de combustible. En vez de realizar las difíciles operaciones de maniobra de un buque de gran envergadura para introducirlo en las instalaciones de la planta, el barco con propósito de “bunkering” hará de intermediario y llevará el combustible hasta el buque de gran envergadura para realizar el repostaje.

Las operaciones de contención del gas natural serían prácticamente iguales que las que se realizan en los buques de transporte del mismo. El gas se licuaría para reducir el volumen necesario para su transporte (una relación de 1 a 600), necesitando para ello instalaciones que mantengan el gas a -147 grados Celsius.

El buque tendrá unas dimensiones menores que los buques que transportan gas licuado, debido a que éste no se alejará mucho de la costa para realizar su tarea. La autonomía y los metros cúbicos a transportar serán las cantidades más reducidas en este proyecto.

Las operaciones de “bunkering” se realizan a una distancia prudencial de la costa, por lo que el pequeño buque no interrumpirá las actividades portuarias que se estén realizando en el momento.

Actualmente existen proyectos enfocados a este tipo de actividades, obteniendo muy buenas respuestas en los modelos de trabajo de los mismos.

2.- Base de datos

Como ya se ha dicho anteriormente, este tipo de buques se encuentra en una fase de proyecto, por lo que no existe ningún barco de estas características navegando en estos momentos. La base de datos generada para la realización de las regresiones lineales está conformada por dos tipos de buques:

Buques LNG de transporte: La gran mayoría de los buques que se citan en la base de datos son del orden de 140000 metros cúbicos. Esto se debe principalmente a que, desde que se realiza el transporte del gas natural, siempre ha sido en grandes cantidades para resultar rentable a los armadores. A pesar de ser una regresión con buques tan diferentes al estudiado, no reporta resultados fuera de lo normal.

Buques LPG: Este tipo de buques se encarga del transporte de diferentes gases que provienen del petróleo. La refrigeración necesaria es menor que la del gas natural, y existe una pequeña diferencia de densidad (0.51 toneladas por metro cúbico frente a 0.41 del gas natural), por lo que se necesitan buques que transporten sobre 43500 metros cúbicos de gas de petróleo para transportar 35000 metros cúbicos de gas natural. Por ello se han introducido algunos buques LPG. Se han introducido además coeficientes de regulación en las dimensiones de los buques LPG que se tienen en cuenta, ya que la forma de transporte no es la misma que para un buque LNG de membrana. También se ha comprobado la no introducción de los mismos, obteniendo valores “peores” que al realizarlo.

En la tabla siguiente se pueden observar los datos más destacables de alguno de los buques introducidos en la base de datos. En el Anexo 1 se presenta la información de todos los buques detallada. La fuente de información principal ha sido las idferentes revistas de “Significant Ships”

Nombre	Año	RPA real	Eslora	Manga	Puntal	Calado	Velocidad
Anafi	2009	35530	165	28	17,8	9,5	16,7
Arctic Voyager	2006	142700	277	48,4	26,5	11,5	19
Astomos Earth	2012	83426	219	36,6	21,65	11,1	17
British Emerald	2007	155000	275	44,2	26	11,47	20
BW Sombeke	2006	38000	172	29,2	18,2	9,2	16,4
Cheikh el Mokrar	2007	75500	210,7	35	22,55	9,75	17,5
Clipper Mars	2008	60000	195	32,2	20,8	10,8	16,2
Coral Energy	2012	15600	146,67	22,7	14,95	7,35	15,8
Morning Air	2010	5000	95	17,8	8	6,15	13,5
Navigator Aries	2008	20664	152,2	25,6	16,4	8,3	16
Norgas Innovation	2009	10000	127,16	19,8	11,5	6,7	16,5
Seri Balhaf	2009	157720	281,6	46,5	25,8	11,15	19,5
Soyo	2011	160518	274	43,4	26,4	11,75	21
STX Kolt	2008	153000	276	44	21,92	11,5	20,3
Sun Arrows	2007	19100	140	28	16	7,3	18,1

Tabla 1: Base de datos

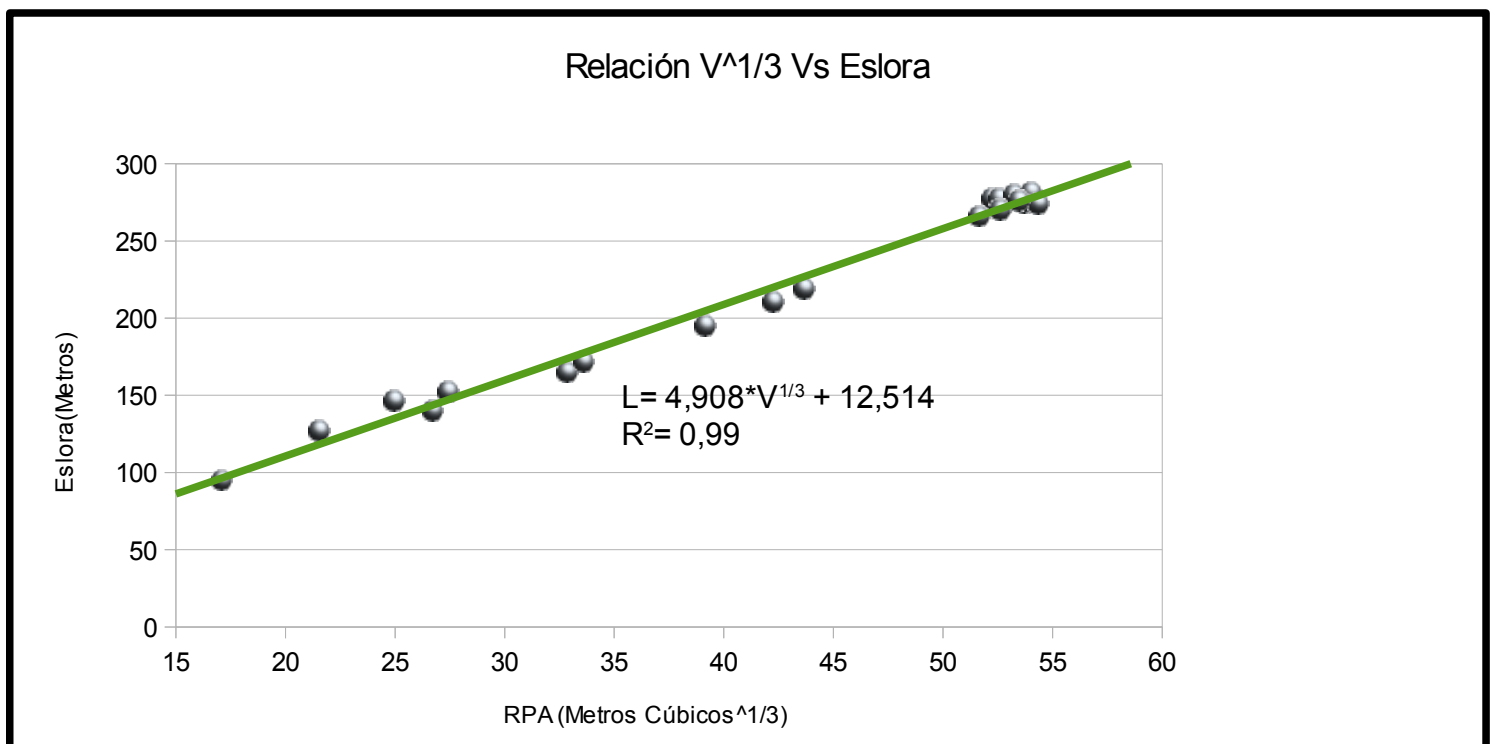
3.- Cálculo de las dimensiones principales

Comenzaremos por calcular las tres dimensiones principales del buque. Para la obtención de estas dimensiones, además de los coeficientes pertinentes, habrá que realizar regresiones lineales partiendo de los datos obtenidos en la base de datos. Dado que tenemos los datos de eslora entre perpendiculares, manga, puntal y calado, se podrá realizar una regresión lineal con estos datos sin problema.

3.1.- Cálculo de la eslora

Este tipo de buque se trata de un buque de volumen, por lo que su RPA será el volumen a transportar de la mercancía, que en este caso se trata de gas licuado. Para encontrar la eslora de nuestro buque mediante una regresión, hemos de enfrentar el valor de la RPA elevado a un tercio a la eslora. El valor de volumen se eleva a un tercio para que nuestra regresión sea adimensional y, por lo tanto, extrapolable.

Con la recta obtenida, que se muestra a continuación, podremos encontrar el valor de la eslora del buque:



$$L = 4,908 * (35000)^{1/3} + 12,514 = 173,05 \text{ m}$$

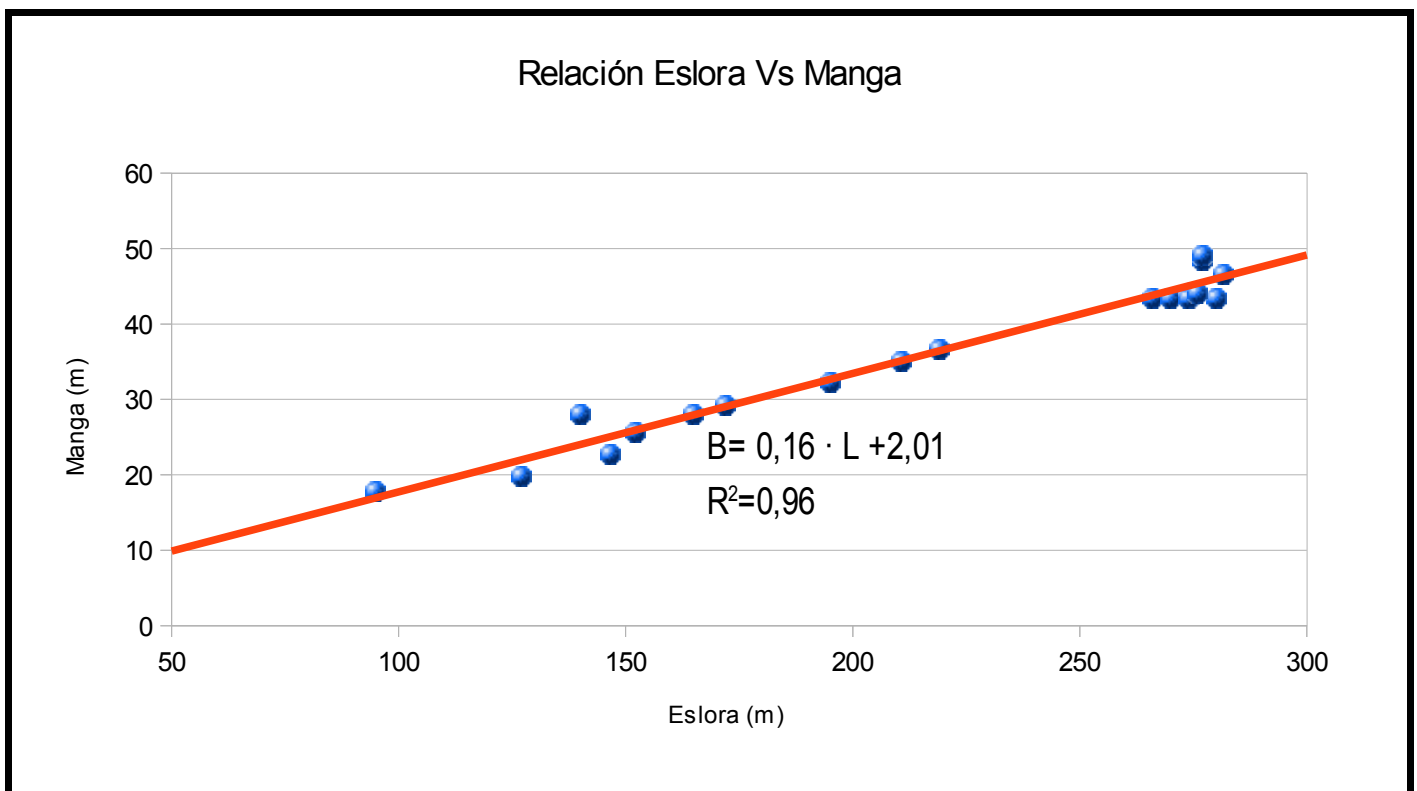
ESLORA : 173,05 m

3.2.- Cálculo de la manga

Al igual que con la eslora, realizaremos una regresión lineal para encontrar esta magnitud de nuestro buque. Realizaremos varias regresiones lineales para ver exactamente cual de ellas tiene una desviación típica menor. Hemos barajado entre realizar una relación eslora contra manga o eslora contra L/B.

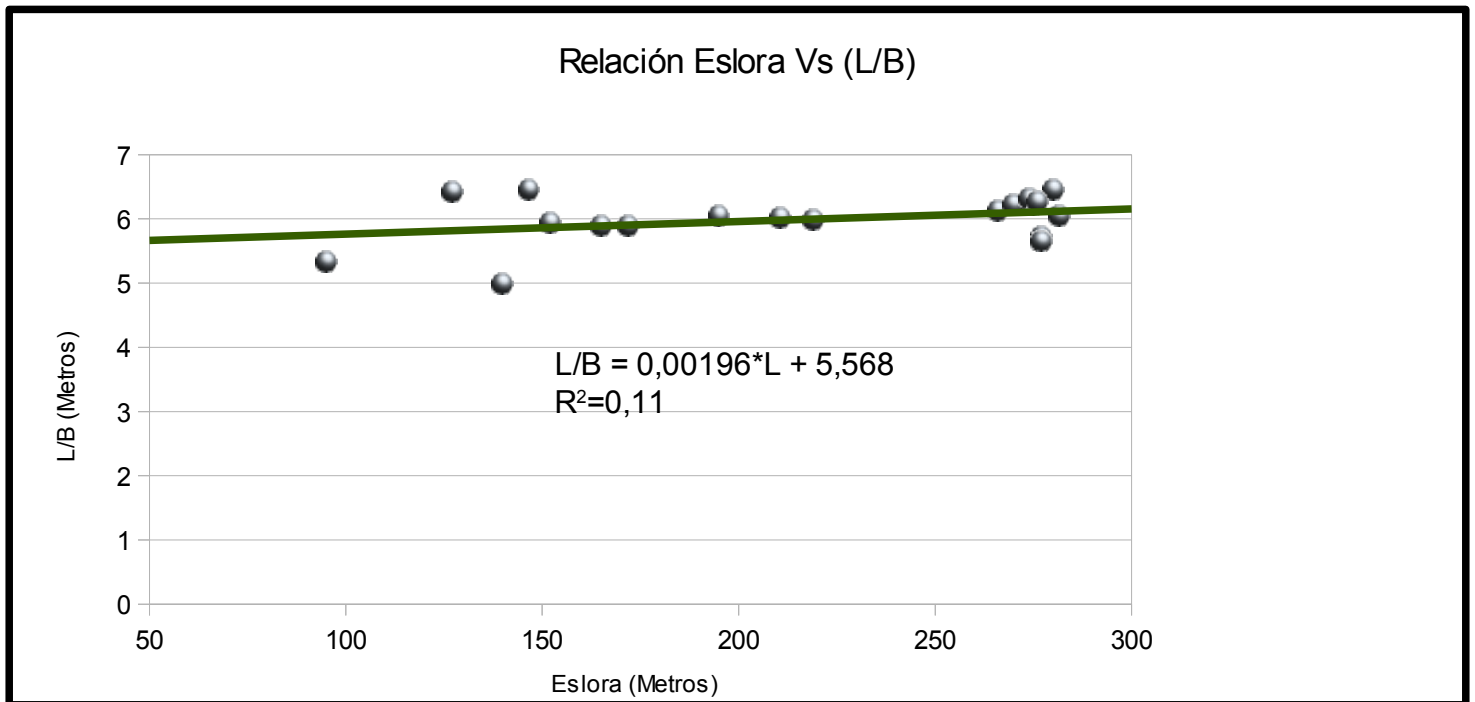
En la primera de las gráficas obtenemos un valor con una desviación típica mucho menor, por lo que escogeremos la primera de las dos gráficas

Obtendremos la línea de tendencia y la fórmula al igual que anteriormente:



$$B = 0,16 \cdot 173 + 2,01 = 29$$

Como se puede observar, en esta segunda gráfica la desviación típica es mayor. Esto quiere decir que los datos no se relacionan tan linealmente como pasa en la primera. Aún así, la manga obtenida es muy cercana a la que se obtiene con la fórmula anterior.



$$B = \frac{173,05}{0,00196 \cdot 173,05 + 5,58} = 29,3 \text{ m}$$

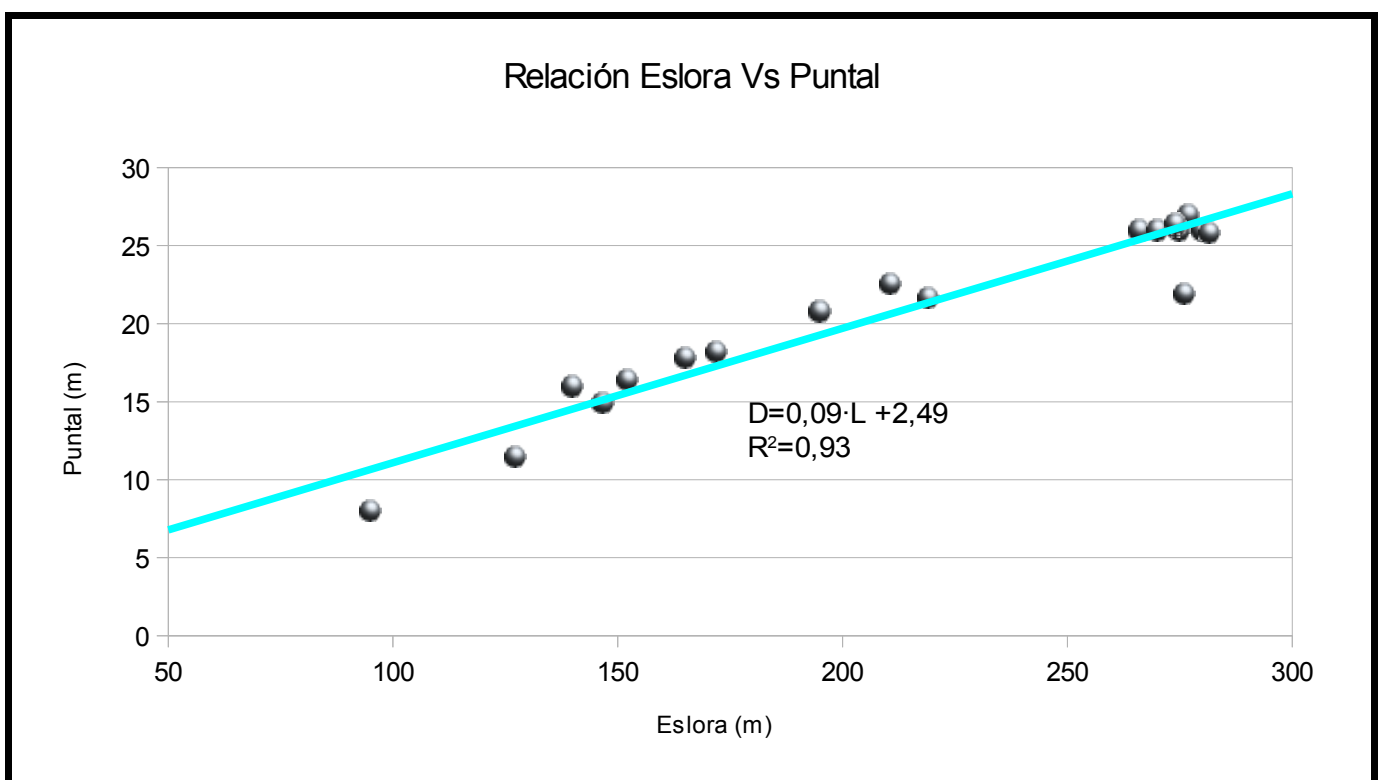
Como se comentó anteriormente, se utilizará la manga de la primera gráfica

MANGA: 29,7 m

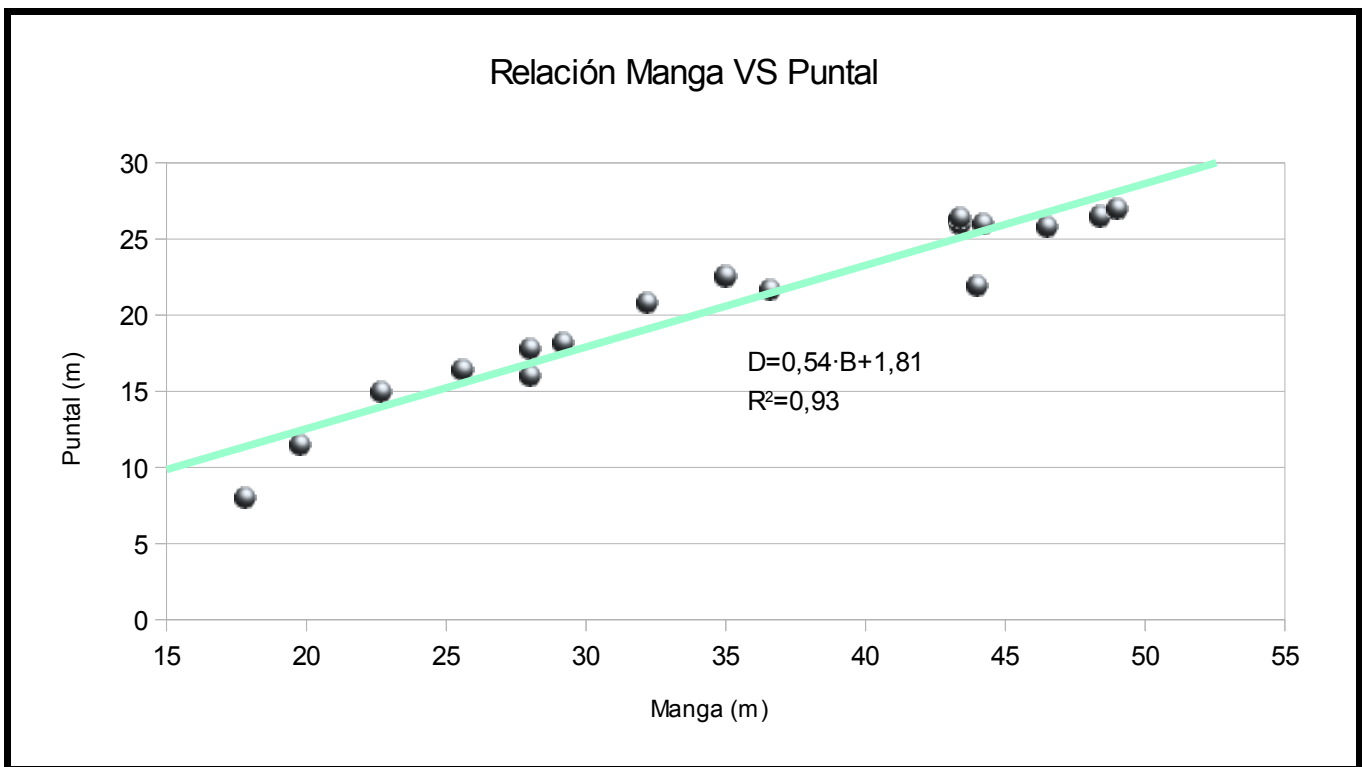
3.3.- Cálculo del puntal

Al igual que con la manga, compararemos dos gráficas para saber cual de ellas tiene una desviación típica menor. Relacionaremos la eslora con el puntal, la manga con el puntal, y la relación L/B con el puntal. Las dos primeras tienen una muy buena desviación y dan casi el mismo resultado, dejando la tercera con una desviación mucho peor y un dimensionamiento de puntal muy excesivo.

A continuación se pueden observar las dos primeras que tienen una desviación alta:

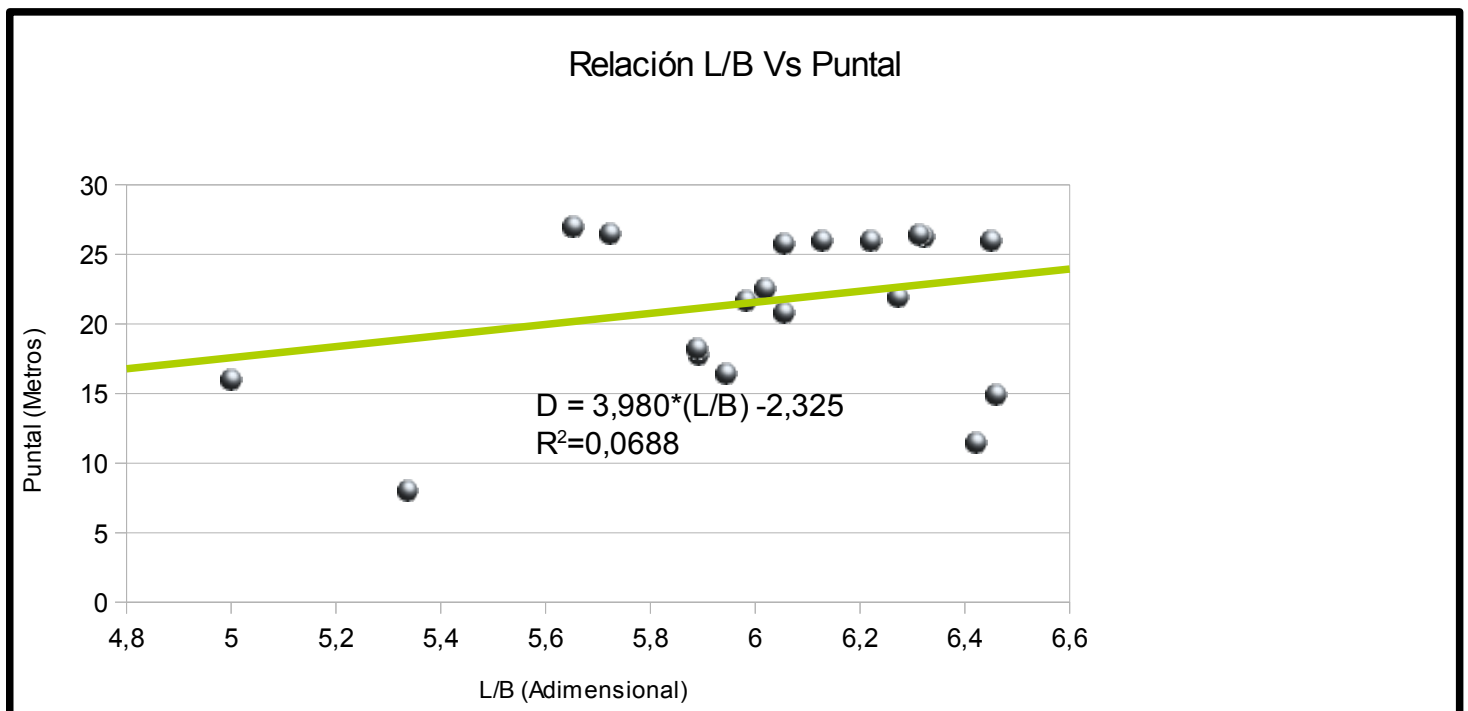


$$D = 0,09 \cdot 173 + 2,49 = 18,06$$



$$D=0,54 \cdot 29,7 + 1,81 = 17,85$$

Sin embargo, la tercera, que depende de L/B:



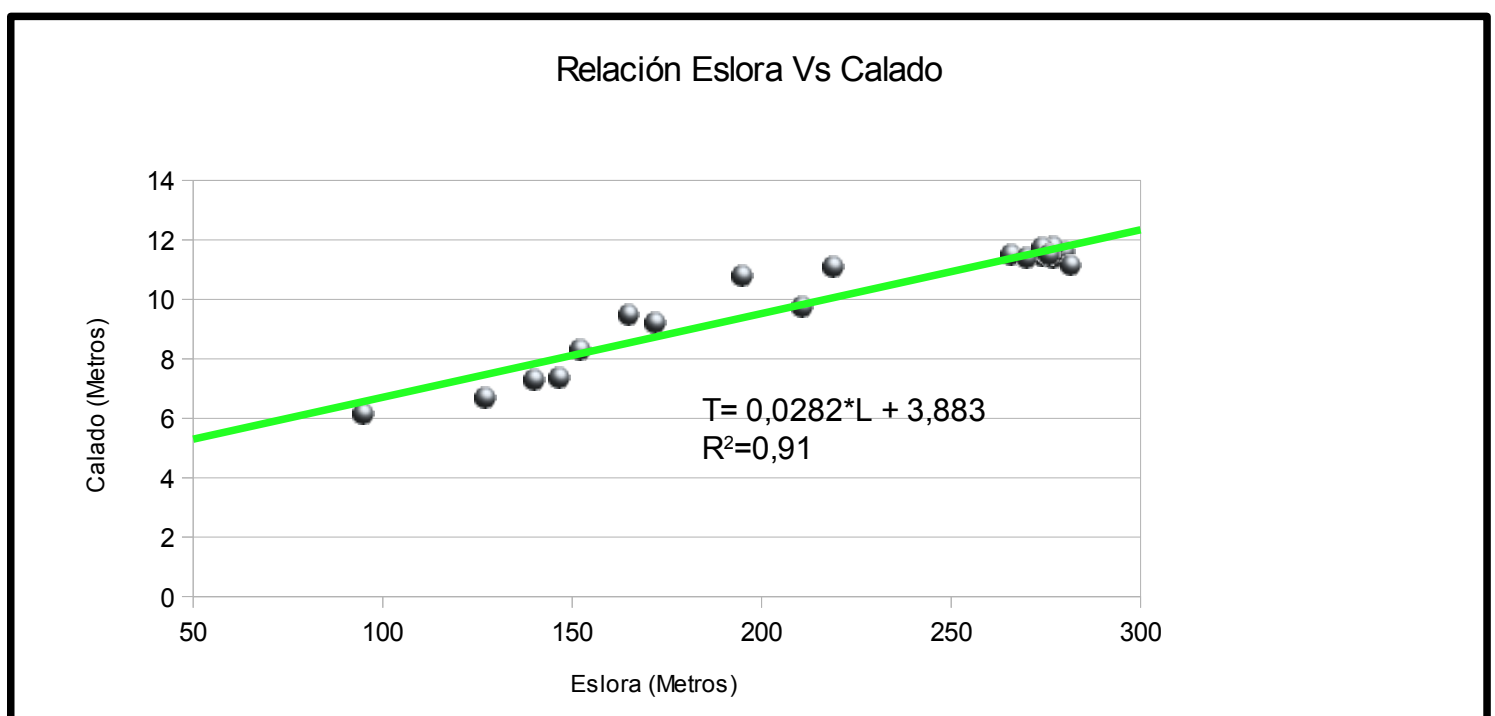
$$D = \frac{3,980 \cdot 173,05}{29,3} - 2,325 = 21,2 \text{ m}$$

Por ello, utilizaremos un puntal medio entre los dos primeros, desechando la última regresión:

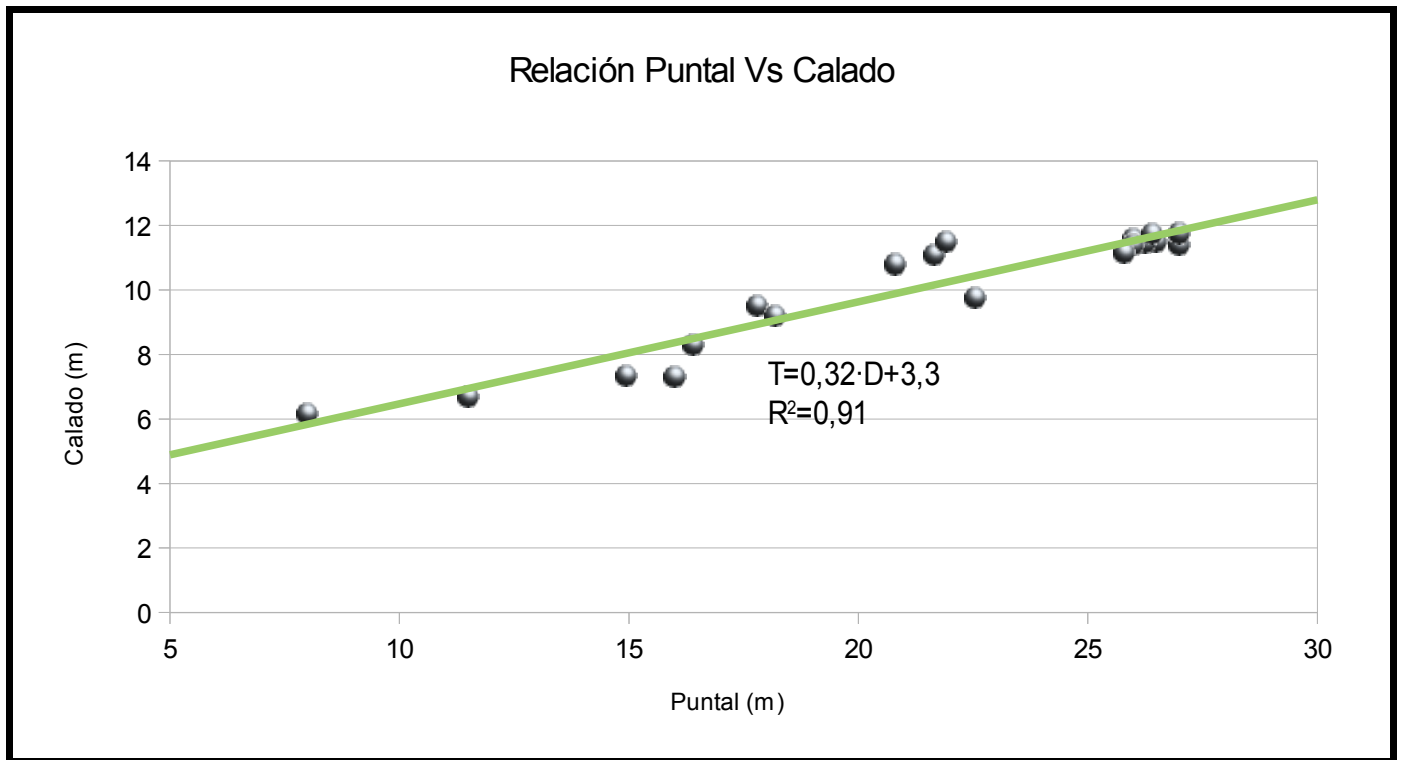
PUNTAL: 17,95 m

3.3.- Cálculo del calado

Nuevamente, calculamos con la misma metodología el calado. Esta vez utilizaremos la eslora y el puntal para ser enfrentada al calado:



$$T = 0,0282 * 173,05 + 3,883 = 8,8 \text{ m}$$



$$T=0,32 \cdot 17,95+3,3 = 9,1$$

Utilizaremos el primer dimensionamiento, ya que este dato vendrá dado por lo que cale el buque en los sucesivos procesos del proyecto

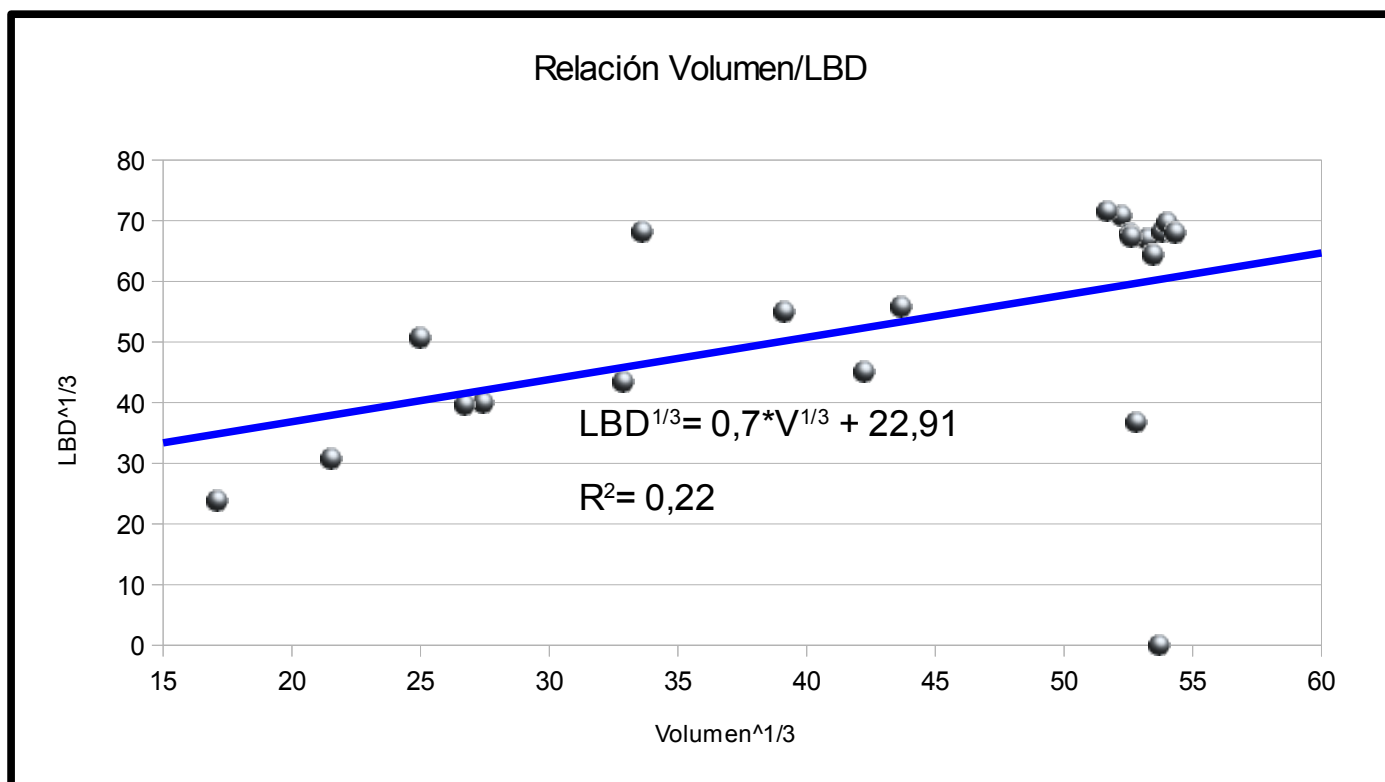
CALADO: 8,8m

4.- Resultados del primer dimensionamiento

Reuniendo todos los valores obtenidos anteriormente tendremos las dimensiones principales de nuestro buque. LBD se ha calculado multiplicando las 3 dimensiones (L, B y D):

L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	LBD (m ³)
173	29,7	17,95	8,8	92228,9

Es importante realizar una comprobación de los números cúbicos de los buques de la base de datos y nuestro buque. Al tratarse de un buque de volumen este número nos dará una idea de si lo que queremos introducir en el barco cabe o no cabe. Enfrentando los volúmenes elevados a un tercio con sus números cúbicos elevados a un tercio obtenemos:



$$LBD^{1/3} = 0,7 \cdot (35000)^{1/3} + 22,91 = 45,81$$

$$45,81^3 = 96118,89 \text{ m}^3$$

Como podemos observar, nuestro número cúbico es menor que el obtenido en esta regresión. Esto se debe principalmente a la mala desviación de la regresión lineal. Al ser una fase tan temprana del proyecto, no se puede concluir que estas dimensiones sean erróneas. En caso de necesitar más volumen, se aumentaría el puntal hasta obtener una dimensión que satisfaga nuestras necesidades

Además, para las operaciones de bunkering del buque, no sería necesario aumentarlas, ya que las instalaciones de abastecimiento a otros buques se encontrarán encima de la cubierta principal del buque.

Se puede concluir, por lo tanto, que el buque puede funcionar sin problema con este dimensionamiento preliminar.

5.- Cálculo de coeficientes

Debido a que no se han encontrado los datos de los diferentes coeficientes de los buques que se han introducido en la base de datos, se realizará por una formulación empírica obtenida de los libros que existen como guía para este tipo de proyectos. De esta manera, calculamos el coeficiente de bloque al puntal, el coeficiente de bloque, el coeficiente de la maestra y el coeficiente prismático:

$$C_{bd} = C_b + C \cdot \frac{D-T}{T} \cdot (1 - C_b) \quad , \text{ con } C = 0,3 \text{ para los buques con formas en U (este caso)}$$

$$C_B = C_M \cdot C_P$$

$$C_M = 1 - 2 \cdot F_n^4$$

$$C_p = 1,2 - 2,1 \cdot F_n$$

El número de Froude:

$$F_n = \frac{V^2}{gL}$$

Para el buque del proyecto, los valores son los siguientes:

$$F_n = 0,22$$

$$C_P = 0,73$$

$$C_M = 0,99$$

$$C_B = 0,72$$

$$C_{bd} = 0,81$$

Si realizamos los mismos cálculos para todos los buques de la base de datos, obtenemos:

Nombre	CM	CP	CB	CBD	Números de Froude
Anafi	0,996	0,75	0,75	0,81	0,21
Arctic Voyager	0,998	0,81	0,8	0,88	0,19
Astomos Earth	0,997	0,8	0,8	0,86	0,19
British Emerald	0,997	0,78	0,78	0,86	0,2
BW Sombeke	0,996	0,77	0,77	0,83	0,21
Cheikh el Mokrani	0,997	0,78	0,78	0,87	0,2
Clipper Mars	0,997	0,8	0,8	0,85	0,19
Coral Energy	0,996	0,75	0,75	0,83	0,21
Dapeng Sun	0,997	0,79	0,79	0,87	0,19
Energy Advance	0,997	0,8	0,79	0,88	0,19
Excelsior	0,997	0,8	0,79	0,87	0,19
Express	0,997	0,8	0,8	0,88	0,19
LNG Barka	0,997	0,8	0,79	0,87	0,19
Maresk Qatar	0,996	0,77	0,77	0,86	0,21
Morning Air	0,995	0,72	0,72	0,74	0,23
Navigator Aries	0,996	0,75	0,75	0,82	0,21
Norgas Innovation	0,993	0,7	0,69	0,76	0,24
Seri Balhaf	0,997	0,8	0,8	0,88	0,19
Soyo	0,996	0,76	0,76	0,85	0,21
STX Kolt	0,997	0,78	0,78	0,84	0,2
Sun Arrows	0,992	0,67	0,67	0,79	0,25
LNG Bunkering	0,99	0,73	0,72	0,81	0,22

Tabla 2 : Coeficientes base de datos

Con este tipo de cálculos empíricos obtenemos valores muy cercanos a los que serían los valores reales de los coeficientes de los buques de la base de datos. Sin embargo, se está produciendo un pequeño fallo respecto a los reales.

Podemos calcular una constante de corrección mediante alguno de los coeficientes de bloque reales que tenemos. Por ejemplo, el coeficiente de bloque real del Coral Energy es de 0,74:

$$K = 0,74 / 0,7472 = 0,9904$$

Al aplicar esta corrección a los coeficientes de bloque de los buques de la base de datos obtenemos lo siguiente:

Nombre	CM	CP	CB	CBD	Números de Froude
Anafi	0,996	0,75	0,74	0,81	0,21
Arctic Voyager	0,998	0,81	0,8	0,88	0,19
Astomos Earth	0,997	0,8	0,79	0,86	0,19
British Emerald	0,997	0,78	0,77	0,86	0,2
BW Sombeke	0,996	0,77	0,76	0,83	0,21
Cheikh el Mokrani	0,997	0,78	0,77	0,87	0,2
Clipper Mars	0,997	0,8	0,79	0,85	0,19
Coral Energy	0,996	0,75	0,74	0,83	0,21
Dapeng Sun	0,997	0,79	0,78	0,87	0,19
Energy Advance	0,997	0,8	0,79	0,88	0,19
Excelsior	0,997	0,8	0,79	0,87	0,19
Express	0,997	0,8	0,79	0,88	0,19
LNG Barka	0,997	0,8	0,79	0,87	0,19
Maresk Qatar	0,996	0,77	0,76	0,86	0,21
Morning Air	0,995	0,72	0,71	0,74	0,23
Navigator Aries	0,996	0,75	0,74	0,82	0,21
Norgas Innovation	0,993	0,7	0,68	0,76	0,24
Seri Balhaf	0,997	0,8	0,79	0,88	0,19
Soyo	0,996	0,76	0,75	0,85	0,21
STX Kolt	0,997	0,78	0,77	0,84	0,2
Sun Arrows	0,992	0,67	0,66	0,79	0,25
LNG Bunkering	0,99	0,73	0,71	0,81	0,22

Tabla 3: Coeficientes corregidos base de datos

Oro de los valores importantes en este tipo de buques es el volumen total, incluyendo el que se encuentra sobre cubierta. Este se calcula de la siguiente manera:

$$V_h = C_{bd} * L * B * D = 0,81 * 92228,9 = 74705,4 \text{ m}^3$$

A continuación se calculará cada uno de los coeficientes de forma más detallada. Los diferentes coeficientes de la carena tienen una gran importancia a la hora de calcular los costes previstos de construcción, además de gran influencia en la resistencia de avance del buque (que también se traduce en un aumento de costo)

5.1.- Cálculo del coeficiente de bloque

El coeficiente de bloque es el más relevante a la hora de hablar de resistencia de avance. Una mala optimización del mismo generará aumentos indeseados en la resistencia al avance, como se decía anteriormente. Para el cálculo de este coeficiente, además de la fórmula expresada arriba, se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

Fórmula de Alexander

$$CB = K - 0,5 \frac{V_k}{\sqrt{(L_f)}} , \text{ donde } K = 1,05 \text{ (en nuestro caso) y } L_f \text{ la eslora en pies}$$

$$\text{En nuestro caso: } CB = 1,05 - 0,5 \cdot 18 / (567,75)^{1/2} = 0,672$$

Fórmula de Katsovulis

$$CB = K \cdot f \cdot L^a \cdot B^b \cdot T^c \cdot V^d , \text{ donde:}$$

$$K = 0,8217$$

$$f = 1,04$$

$$a = 0,42$$

$$b = -0,3072$$

$$c = 0,1721$$

$$d = -0,6135$$

En nuestro caso:

$$CB = 0,8217 \cdot 1,04 \cdot 173^{0,42} \cdot 29,7^{-0,3072} \cdot 8,8^{0,1721} \cdot 18^{-0,6135} = 0,6482$$

Fórmula de Van Lameren:

$$CB = 1,137 - 2,02 \cdot F_n$$

En nuestro caso:

$$CB = 1,137 - 2,02 \cdot 0,22 = 0,6926$$

Fórmula de Ayre:

$$CB = 1,05 - 1,68 \cdot F_n$$

En nuestro caso

$$CB = 1,05 - 1,68 \cdot 0,22 = 0,6804$$

Al tratarse de formulaciones válidas y empíricas, tomaremos como Cb la media entre ellas. De esta manera:

Fórmula	Cb
Alexander	0,67
Katsovulis	0,65
Van Lameren	0,69
Ayre	0,68
CM · CP	0,72
	0,68

Tabla 4 : Coeficientes de bloque

Obtenemos un Cb= 0,68. Con este dato y las dimensiones principales del buque podemos hacer una aproximación del desplazamiento:

$$\Delta = C_b \cdot 1,025 \cdot L \cdot B \cdot T = 0,68 \cdot 1,025 \cdot 173,05 \cdot 29,7 \cdot 8,8 = 31524,16 \text{ t}$$

5.2.- Cálculo del coeficiente de la maestra

De la misma manera que el coeficiente de bloque, el coeficiente de la maestra tiene varias formulaciones empíricas que podríamos utilizar a la hora de calcular este dato:

Fórmula de Kerlen

$$CM = 1,006 - 0,0056 \cdot C_b^{-3,56}$$

$$CM = 1,006 - 0,0056 \cdot 0,68^{-3,56} = 0,9838$$

Fórmula de HSVA

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - C_b)^{3,5}}$$

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - 0,68)^{3,5}} = 0,9818$$

Al igual que con el coeficiente de bloque, realizaremos la media de los resultados

Fórmula	CM
Kerlen	0,98
HSVA	0,98
Fn	0,99
	0,99

Tabla 5: Coeficientes de la maestra

5.3.- Cálculo del coeficiente prismático longitudinal

Hemos obtenido, mediante la formulación citada, un coeficiente prismático longitudinal de 0,73. Sin embargo, hemos corregido los dos valores del coeficiente de bloque y el coeficiente de la sección media, por lo que este valor no será el exacto. Calcularemos el CP reordenando los términos de la fórmula utilizada para calcular el C_b al comienzo del apartado:

$$C_p = C_b / CM = 0,68 / 0,99 = 0,69$$

Obtenemos un C_p de 0,69, algo menos de lo que se había calculado en la primera aproximación. Se tratan de valores razonables

5.4.- Relaciones existentes entre dimensiones.

Las relaciones obtenidas entre las diferentes dimensiones del buque pueden resultar útiles a la hora de realizar cálculos adimensionales de comparación, resistencia... A continuación vemos las diferentes relaciones que existen en los buques de la base de datos:

Nombre	L/B	B/D	B/T	L/D	T/D
Anafi	5,89	1,57	2,95	9,27	0,53
Arctic Voyager	5,72	1,83	4,21	10,45	0,43
Astomos Earth	5,98	1,69	3,3	10,12	0,51
British Emerald	6,22	1,7	3,85	10,58	0,44
BW Sombeke	5,89	1,6	3,17	9,45	0,51
Cheikh el Mokrani	6,02	1,55	3,59	9,34	0,43
Clipper Mars	6,06	1,55	2,98	9,38	0,52
Coral Energy	6,46	1,52	3,09	9,81	0,49
Dapeng Sun	6,32	1,65	3,79	10,44	0,44
Energy Advance	5,65	1,81	4,3	10,26	0,42
Excelsior	6,13	1,67	3,77	10,23	0,44
Express	6,45	1,67	3,74	10,77	0,45
LNG Barka	5,65	1,81	4,17	10,26	0,44
Maresk Qatar	6,22	1,67	3,81	10,38	0,44
Morning Air	5,34	2,23	2,89	11,88	0,77
Navigator Aries	5,95	1,56	3,08	9,28	0,51
Norgas Innovation	6,42	1,72	2,96	11,06	0,58
Seri Balhaf	6,06	1,8	4,17	10,91	0,43
Soyo	6,31	1,64	3,69	10,38	0,45
STX Kolt	6,27	2,01	3,83	12,59	0,52
Sun Arrows	5	1,75	3,84	8,75	0,46

Tabla 6 : Relaciones existentes

A continuación se introducirán las máximas, mínimas, medias y las de nuestro buque para hacer una pequeña comparación:

	L/B	B/D	B/T	L/D	T/D
Máxima	6,46	2,23	4,3	12,59	0,77
Mínima	5	1,52	2,89	8,75	0,42
Media	6	1,71	3,58	10,27	0,49
LNG Bunkering	5,82	1,65	3,38	9,64	0,49

Tabla 7 : Comparación con buque de proyecto

Como se puede observar, todas las relaciones que tienen que ver con el puntal están muy por debajo de la media, incluso por debajo de la mínima. Esto puede ser causa de la muestra de datos utilizada para la regresión lineal. Se corregirá más adelante en caso de ser necesario.

6.- Elección de la cifra de mérito

Para comenzar a realizar el análisis de la cifra de mérito tendremos que escoger primero una de las características del buque. Esta cifra de mérito será la que tenemos en nuestro punto de mira a la hora de realizar el proyecto, la cantidad que más nos interesaría reducir.

Los criterios de mérito más utilizados en los proyectos de buque de un astillero son los siguientes:

- Coste de construcción mínimo.
- Inversión total mínima.
- Coste del ciclo de vida mínimo.
- Flete requerido mínimo.
- Tasa de recuperación del capital propio máxima.
- Tasas de rentabilidad interna máxima.

Estamos simulando el proyecto que podría hacer un astillero en estos momentos, por lo que elegiremos la cifra de mérito de coste de construcción mínimo. Se tendrá que confeccionar un valor de oferta mínimo para establecer las características del buque.

7.- Cálculo de pesos preliminar

Ahora que ya tenemos unas dimensiones básicas de nuestro buque, se puede proceder al cálculo de los pesos del buque.

Para ello, se tendrá que determinar primero el desplazamiento del buque en cuestión. De uno de los apartados anteriores se han obtenido los diferentes valores de eslora, manga, puntal, calado y coeficiente de bloque. Es necesario añadir un factor de corrección debido a los diferentes apéndices que puede tener nuestro buque. De forma general, el desplazamiento:

$$\Delta = \rho \cdot C_b \cdot L \cdot B \cdot T \cdot K$$

siendo K el factor de corrección a añadir debido a los apéndices. De forma general, se podrá indicar el valor $K \cdot \rho$ como 1,030 t/m³:

$$\Delta = 1,030 \cdot 0,68 \cdot 173 \cdot 29,7 \cdot 8,83 = 31668,8 \text{ t}$$

El desplazamiento puede indicarse, a su vez, como una suma de peso muerto y peso en rosca.

7.1.- Peso en rosca

Se comenzará a calcular el peso en rosca teniendo en cuenta todos los pesos que se introducen en el mismo. Estos pesos son:

7.1.1.- Peso de aceros:

El acero del casco será el volumen necesario para realizar la estructura del buque.

Por formulación matemática

La fórmula tiene en cuenta las dimensiones del buque, a los que se les añade un exponente dependiendo de cuán relevante sea para el peso, multiplicado por una constante que nos indica las toneladas por metro cúbico:

$$PS = L^{1,5} \cdot B \cdot D^{0,5} \cdot K = 173^{1,5} \cdot 29,7 \cdot 18^{0,5} \cdot 0,03 = 8589,72 \text{ t}$$

Por el método de Sv. AA. Harvald y J. Juncher

La formulación de este método es la siguiente:

$$PS = C_s \cdot (L \cdot B \cdot D + \text{Sup}), \text{ donde:}$$

$$C_s = 0,0644 + 0,064 \cdot e^{(-0,5 \cdot u - 0,1 \cdot u^{2,45})}$$

$$u = \log \frac{A}{100}$$

$$\text{Sup} = 0,8 \cdot B \cdot (1,45 \cdot L - 11)$$

Introduciendo nuestros valores en la formula obtenemos:

$$\text{Sup} = 0,8 \cdot 29,7 \cdot (1,45 \cdot 173 - 11) = 5698,84$$

$$u = \log \frac{31668,8}{100} = 2,50$$

$$C_s = 0,0644 + 0,064 \cdot e^{(-0,5 \cdot 2,50 - 0,1 \cdot 2,50^{2,45})} = 0,0715$$

$$\text{PS} = 0,0715 \cdot (173 \cdot 29,7 \cdot 18 + 5698,84) = 7001,83 \text{ t}$$

Como se ha hecho anteriormente con el dimensionamiento principal, haremos una media de los dos métodos, obteniendo así el peso de aceros del primer dimensionamiento:

$$\text{PS} = 7795,78 \text{ t}$$

7.1.2.- Peso de aceros de superestructura:

Realizando una primera aproximación de la superestructura, se puede decir que la parte principal medirá unos 34,6 metros (1/5 de la eslora total). Además, se reducirá en un 1,4 metros la manga para aproximarla a la manga de la superestructura. La altura de la superestructura es de 9 metros.

Con estos datos se puede realizar la formulación matemática de la misma manera que se ha realizado con el buque en su totalidad:

$$\text{PSE} = L_s^{1,5} \cdot B \cdot D_s^{0,5} \cdot K = 34,6^{1,5} \cdot 28,3 \cdot 9^{0,5} \cdot 0,03 = 518,37 \text{ t}$$

$$\text{PSE} = 518,37 \text{ t}$$

7.1.3.- Peso de la maquinaria:

Para obtener el peso del motor principal como primera aproximación primero debemos saber la potencia del mismo. Podemos utilizar la fórmula de D.G.M Watson, que se expresa de la siguiente forma:

$$\text{BHP} = \frac{0,889 \cdot A^{(2/3)} \cdot \left(40 - \frac{L_{pp}}{61} + 400 \cdot (0,1)^2 - 12 \cdot Cb\right)}{15000 - 1,81 \cdot N \cdot (L_{pp})^{0,5}} \cdot V^3$$

, donde Cb sería el coeficiente de bloque, L la eslora y N el número de revoluciones.

Como aún no se ha realizado la parte de predicción de potencia preliminar, utilizaremos las revoluciones de uno de los buques que se encuentran en la base de datos (utilizaremos las revoluciones de Coral Energy, que son 92 RPM). De esta manera:

$$BHP = \frac{0,889 \cdot 31668,8^{(2/3)} \cdot \left(40 - \frac{173}{61} + 400 \cdot (0,1)^2 - 12 \cdot 0,68\right)}{15000 - 1,81 \cdot 92 \cdot (173)^{0,5}} \cdot (18)^3 = 13370 \text{ KW}$$

Ahora que tenemos la potencia de los motores principales, podemos calcular el peso de la maquinaria principal de la siguiente fórmula:

$$Mmp = Np \cdot a \cdot \left(\frac{BHP}{Np \cdot rpm}\right)^b + c \cdot \left(\frac{BHP}{Np}\right)^d$$

, donde Np es el número de palas y:

$$a = 9,38$$

$$b = 0,84$$

$$c = 0,59$$

$$d = 0,70$$

$$Mmp = 5 \cdot 9,38 \cdot \left(\frac{13370}{5 \cdot 92}\right)^{0,84} + 0,59 \cdot \left(\frac{13370}{5}\right)^{0,7} = 937,74 \text{ t}$$

$$\mathbf{PM = 942,98 \text{ t}}$$

7.1.4.- Peso del equipo restante:

Para el cálculo del peso restante utilizaremos una formulación empírica dependiente de la potencia de los motores principales:

$$P_{mr} = \frac{BHP}{35} + 200 = \frac{13370}{35} + 200 = 582,02 \text{ t}$$

$$\mathbf{PMR = 582,02 \text{ t}}$$

7.1.5.- Peso de la línea de ejes fuera de la cámara de máquinas:

La línea de ejes se trata de un peso importante, por lo que es necesario que sea introducido en las primeras fases del proyecto. Para el cálculo del peso de la línea de ejes utilizaremos la siguiente fórmula:

$$P_{\text{Línea de ejes}} = K_{ne} \cdot L_{eje} \cdot (5 + 0,0164 \cdot L) , \text{ donde}$$

L_{eje} es la longitud de la línea de eje, que tomaremos como 4,5 m

K_{ne} es el número de las líneas de eje, que en este caso son 2

L es la eslora total del buque

La fórmula queda:

$$P_{\text{Línea de ejes}} = 2 \cdot 4,5 \cdot (5 + 0,0164 \cdot 173) = 70,53 \text{ t}$$

$$\mathbf{PLE = 70,53 \text{ t}}$$

7.1.6.- Peso de la habilitación y equipo:

Existen varias fórmulas empíricas para el cálculo de este peso. Utilizaremos 2 de ellas y hallaremos la media para obtener un valor aproximativo. Una de ellas es :

$$P_{hyE} = 0,8 \cdot L^{0,797} (B + 0,8245 \cdot D + 1,85 \cdot T)^{0,797} , \text{ que en nuestro caso:}$$

$$P_{hyE} = 0,8 \cdot 173^{0,797} (29,3 + 0,8245 \cdot 17,95 + 1,85 \cdot 8,8)^{0,797} = 1283,72$$

La segunda fórmula:

$$P_{hyE} = K_e \cdot L \cdot B$$

Para buques de este tipo, $K_e = 0,36 - 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot B$

En nuestro caso :

$$K_e = 0,36 - 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot 173 = 0,27$$

$$P_{hyE} = 0,27 \cdot 173 \cdot 29,7 = 1378 \text{ t}$$

Al hallar la media de los dos obtenemos un valor aproximado del peso de la habilitación y los equipos:

$$\mathbf{PHE = 1331 \text{ t}}$$

Sumando todas las partidas de todos los pesos que hemos calculado obtendremos un valor aproximado del peso en rosca del buque de proyecto:

Partidas	Pesos
Peso de Acero	7795,78 t
Peso de Acero de Superestructura	518,37 t
Peso de Maquinaria principal	942,98 t
Peso de Equipo Restante	582,02 t
Peso de Línea de Ejes	70,53 t
Peso de Habilitación y Equipo	1348,8 t
Margen : 6%	675,51 t
Total	11933,99 t

Tabla 8 = Partidas de pesos de peso en rosca

7.2.- Peso muerto

Ahora que tenemos una estimación preliminar del peso en rosca y del desplazamiento, se puede calcular el peso muerto de la siguiente forma:

$$\Delta = PR + PM$$

$$31668,8 = 11933 + PM$$

$$PM = 19734,8 \text{ t}$$

Los pesos más importantes introducidos en este peso muerto son los consumos y la carga útil. Para el cálculo de la carga útil solo es necesario el volumen transportado y la densidad de la carga. Se ha considerado el GNL con una densidad de 0,46 m³/t, por lo tanto

$$Cu = 35000 \cdot 0,46 = 16100 \text{ t}$$

Por lo tanto, existen 3634,8 t de peso de consumos.

Se puede determinar que con la primera aproximación de desplazamiento del buque existe espacio suficiente para todos los pesos que irán distribuidos en el buque.

Desplazamiento	Peso en rosca	Peso muerto
31668,8 t	11933 t	19734,8 t

8- Costes

Existen diferentes tipos de costes alrededor del proyecto de un buque. Este proyecto, al ser un modelo de los proyectos desarrollados en los astilleros, escogerá como coste a analizar el coste de construcción, que hemos definido anteriormente como nuestra cifra de mérito.

El coste de construcción se desglosa en varios costes que analizaremos más en profundidad posteriormente. De forma general, el coste de construcción:

$$CC = C_{mg} + C_{eq} + C_{mo} + C_{va}$$

, donde:

C_{mg} es el coste de los materiales a granel

C_{eq} representa el coste de los equipos necesarios en el buque

C_{mo} es coste de mano de obra, necesario para la construcción y equipamiento

C_{va} representa los demás costes en los que incurre el astillero relacionado con el buque (ensayos en canal, IACS...)

8.1.- Coste de materiales a granel

A su vez, los costes de los materiales a granel se desglosan en diversos costes:

$$C_{mg} = c_{mg} \cdot PS = c_{cs} \cdot c_{as} \cdot c_{em} \cdot ps \cdot PS$$

, donde:

c_{mg} : Es el conjunto de todos los coeficientes del material a granel

PS : Es el peso del acero que necesitamos para nuestro buque (9175,72 t)

c_{cs} : Es el coeficiente de las chapas y los perfiles (1,07)

c_{as} : Es el coeficiente de aprovechamiento del acero. Se supondrá 1,09

c_{em} : Se trata del coeficiente de incremento por equipo metálico (1,03)

ps : Es el precio del acero. Se ha escogido un precio de 530 € por tonelada

De esta manera, obtenemos:

$$C_{mg} = 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1,03 \cdot 530 \cdot 8314,15 = 5,29 \text{ millones de €}$$

$$\mathbf{C_{mg} = 5,29 \text{ M€}}$$

8.2.- Coste de Equipos

Se calcula de la siguiente forma:

$$Ceq = Cec + Cep + Chf + Cer$$

$$Cep = cep \cdot BHP$$

$$Chf = chf \cdot nch \cdot NT$$

$$Cer = ccs \cdot ce \cdot Per$$

Los valores utilizados se definen posteriormente:

Ceq: Coste de los equipos del buque

Cec: Equipos de manipulación de la carga

Cep: Equipos de propulsión

Chf: Coste de la habilitación

Cer: Coste del equipo restante

cep: Coste de equipos de propulsión por KW. Se escogerán 360 €/KW

BHP: Propulsión total (siendo 13280 KW por el método de Watson)

chf: Coste del sueldo por tripulante (media de 35000 €)

Nch: Coeficiente de calidad de habilitación (0,95)

NT: Número de tripulantes (29)

Per: Equipo restante ($0,045 \cdot L^{1,3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3}$)

ce: Coste de equipo por tonelada (420 €/t)

Ccs: Coeficiente ponderado de aceros (1,27)

Con todas estos datos, podemos calcular el coste de los equipos y de su montaje:

$$Cep = 360 \cdot 13370 = 4,813M€$$

$$Chf = 35000 \cdot 0,95 \cdot 29 = 0,964 M€$$

$$Cer = 420 \cdot 1309,47 \cdot 1,27 = 0,698M€$$

$$Ceq = 4,813 + 0,964 + 0,698 = 6,48M€$$

$$\mathbf{Ceq = 6,48 M€}$$

8.3.- Coste de mano de obra

El coste de mano de obra se calcula de la siguiente manera:

$$C_{mo} = c_{hm} \cdot c_{hs} \cdot PS$$

, donde:

c_{hm} representa el costo de hora media del astillero (40€/hora)

c_{hs} representan las horas necesarias para trabajar la tonelada del material a granel (40 horas /t)

PS es el peso del acero

$$C_{mo} = 40 \cdot 40 \cdot 8314,15 = 13,3 \text{ M€}$$

$$\mathbf{C_{mo} = 13,3 \text{ M€}}$$

8.4.- Costes adicionales variables

Estos costes se calculan a partir de un porcentaje base de los costes de construcción sin añadir esta partida. Hasta ahora, el total de los costes calculados es de 25,07 M€. Si se supone un porcentaje de un 7%:

$$C_{va} = 25,07 \cdot 0,07 = 1,76 \text{ M€}$$

$$\mathbf{C_{va} = 1,76 \text{ M€}}$$

Sumando todas las partidas, obtenemos el coste de construcción total (una primera aproximación)

Costes	M€
C _{mg}	5,29
C _{eq}	6,48
C _{mo}	13,3
C _{va}	1,76
Total	26,83

Tabla 9: Costes totales

9- Selección de la alternativa más favorable

Para encontrar la alternativa más favorable, utilizaremos como cifra de mérito el coste (como se ha descrito arriba) Barajaremos entre diferentes posibilidades variando en un +-10% algunas de las dimensiones del buque (en este caso será eslora, manga y coeficiente de bloque)

Utilizaremos el software de código abierto de Open Office. También será necesario fijar el número cúbico para asegurarnos de que la carga entra en el buque. Los valores mínimos, máximos y número cúbico serían :

	L	B	Cb	Número cúbico
Mínimo	158,88	26,91	0,63	92228
Máximo	190,68	32,31	0,77	

Tabla 10: Valores máximos y mínimos de la selección de alternativas

Se han eliminado varias alternativas que eran más baratas pero que se alejaban demasiado de las relaciones obtenidas anteriormente de las dimensiones del buque. La alternativa más barata es la siguiente:

	INICIAL	FINAL	
L	173	168,42	m
B	29,7	30,51	m
D	17,95	17,95	m
T	8,8	8,8	m
Cb	0,68	0,68	
v	18	18	Kn
Fn	0,22	0,22	
m ³	35000	35000	m ³
COSTE	26,83	26,68	M€

Tabla 11: Valores iniciales y finales

10.- Nuevo estudio preliminar de pesos

Debido a que hemos cambiado las diferentes dimensiones del buque, es necesario volver a calcular y realizar un nuevo estudio preliminar de pesos. En esta nueva fase, el desplazamiento será:

$$\Delta = \rho \cdot C_b \cdot L \cdot B \cdot T \cdot K$$

$$\Delta = 1,030 \cdot 0,68 \cdot 168,42 \cdot 30,51 \cdot 8,8 = 31857,51 \text{ t}$$

Al igual que antes, desglosaremos el desplazamiento en dos partidas: Peso en rosca y peso muerto

10.1.- Peso en rosca

Se comenzará a calcular el peso en rosca teniendo en cuenta todos los pesos que se introducen en el mismo. Estos pesos son:

10.1.1.- Peso de aceros:

El acero del casco será el volumen necesario para realizar la estructura del buque. Utilizaremos, como se ha hecho anteriormente, las dos fórmulas empíricas:

Por formulación matemática

La fórmula tiene en cuenta las dimensiones del buque, a los que se les añade un exponente dependiendo de cuán relevante sea para el peso, multiplicado por una constante que nos indica las toneladas por metro cúbico:

$$PS = L^{1,5} \cdot B \cdot D^{0,5} \cdot K = 168,42^{1,5} \cdot 30,51 \cdot 17,95^{0,5} \cdot 0,03 = 8475,9 \text{ t}$$

Por el método de Sv. AA. Harvald y J. Juncher

La formulación de este método es la siguiente:

$$PS = C_s \cdot (L \cdot B \cdot D + \text{Sup}), \text{ donde:}$$

$$C_s = 0,0644 + 0,064 \cdot e^{(-0,5 \cdot u - 0,1 \cdot u^{2,45})}$$

$$u = \log \frac{L}{100}$$

$$\text{Sup} = 0,8 \cdot B \cdot (1,45 \cdot L - 11)$$

Introduciendo nuestros valores en la formula obtenemos:

$$\text{Sup} = 0,8 \cdot 30,51 \cdot (1,45 \cdot 168,42 - 11) = 5692,17$$

$$u = \log \frac{31857}{100} = 2,50$$

$$Cs = 0,0644 + 0,064 \cdot e^{(-0,5 \cdot 2,50 - 0,1 \cdot 2,50^{2,45})} = 0,0715$$

$$\text{PS} = 0,0715 \cdot (168,42 \cdot 30,51 \cdot 17,95 + 5698,84) = 7001,86 \text{ t}$$

Como se ha hecho anteriormente con el dimensionamiento principal, haremos una media de los dos métodos, obteniendo así el peso de aceros del primer dimensionamiento:

$$\text{PS} = 7738 \text{ t}$$

10.1.2.- Peso de aceros de superestructura:

Como se ha realizado anteriormente, definiremos unas dimensiones de la superestructura en base a nuestras nuevas dimensiones obtenidas. Como antes, la eslora de la superestructura será 1/5 de la eslora total, 33,7 metros, con una manga de 29,1 metros. La altura de la superestructura, como antes, es de 9 metros.

Con estos datos se puede realizar la formulación matemática de la misma manera que se ha realizado con el buque en su totalidad:

$$\text{PSE} = L_s^{1,5} \cdot B \cdot D_s^{0,5} \cdot K = 33,7^{1,5} \cdot 29,1 \cdot 9^{0,5} \cdot 0,03 = 512,18 \text{ t}$$

$$\text{PSE} = 512,18 \text{ t}$$

10.1.3.- Peso de la maquinaria:

Para obtener el peso del motor principal como primera aproximación primero debemos saber la potencia del mismo. Podemos utilizar la fórmula de D.G.M Watson, que se expresa de la siguiente forma:

$$\text{BHP} = \frac{0,889 \cdot \Delta^{(2/3)} \cdot \left(40 - \frac{L_{pp}}{61} + 400 \cdot (0,1)^2 - 12 \cdot Cb \right)}{15000 - 1,81 \cdot N \cdot (L_{pp})^{0,5}} \cdot V^3$$

, donde Cb sería el coeficiente de bloque, L la eslora y N el número de revoluciones.

Como aún no se ha realizado la parte de predicción de potencia preliminar, utilizaremos las revoluciones de uno de los buques que se encuentran en la base de datos (utilizaremos las revoluciones de Coral Energy, que son 92 RPM). La nueva predicción de potencia obtenida:

$$BHP = \frac{0,889 \cdot 31857^{(2/3)} \cdot \left(40 - \frac{168,42}{61} + 400 \cdot (0,1)^2 - 12 \cdot 0,68\right)}{15000 - 1,81 \cdot 92 \cdot (168,42)^{0,5}} \cdot (18)^3 = 13423 \text{ KW}$$

Ahora que tenemos la potencia de los motores principales, podemos calcular el peso de la maquinaria principal de la siguiente fórmula:

$$Mmp = Np \cdot a \cdot \left(\frac{BHP}{Np \cdot rpm}\right)^b + c \cdot \left(\frac{BHP}{Np}\right)^d$$

, donde Np es el número de palas y:

$$a = 9,38$$

$$b = 0,84$$

$$c = 0,59$$

$$d = 0,70$$

$$Mmp = 5 \cdot 9,38 \cdot \left(\frac{13423}{5 \cdot 92}\right)^{0,84} + 0,59 \cdot \left(\frac{13423}{5}\right)^{0,7} = 946 \text{ t}$$

$$\mathbf{PM = 946 \text{ t}}$$

10.1.4.- Peso del equipo restante:

Para el cálculo del peso restante utilizaremos una formulación empírica dependiente de la potencia de los motores principales:

$$P_{mr} = \frac{BHP}{35} + 200 = \frac{13423}{35} + 200 = 584,54 \text{ t}$$

$$\mathbf{PMR = 584,54 \text{ t}}$$

10.1.5.- Peso del la línea de ejes fuera de la cámara de máquinas:

La línea de ejes se trata de un peso importante, por lo que es necesario que sea introducido en las primeras fases del proyecto. Para el cálculo del peso de la línea de ejes utilizaremos la siguiente fórmula:

$$P_{\text{Línea de ejes}} = K_{ne} \cdot L_{eje} \cdot (5 + 0,0164 \cdot L) , \text{ donde}$$

L_{eje} es la longitud de la línea de eje, que tomaremos como 4,5 m

K_{ne} es el número de las líneas de eje, que en este caso son 2

L es la eslora total del buque

La fórmula queda:

$$P_{\text{Línea de ejes}} = 2 \cdot 4,5 \cdot (5 + 0,0164 \cdot 168,42) = 69,88 \text{ t}$$

$$\mathbf{PLE = 69,88 \text{ t}}$$

10.1.6.- Peso del la habilitación y equipo:

Existen varias fórmulas empíricas para el cálculo de este peso. Utilizaremos 2 de ellas y hallaremos la media para obtener un valor aproximativo. Una de ellas es :

$$P_{hyE} = 0,8 \cdot L^{0,797} (B + 0,8245 \cdot D + 1,85 \cdot T)^{0,797} , \text{ que en nuestro caso:}$$

$$P_{hyE} = 0,8 \cdot 168,42^{0,797} (30,51 + 0,8245 \cdot 17,95 + 1,85 \cdot 8,8)^{0,797} = 1269,26$$

La segunda fórmula:

$$P_{hyE} = K_e \cdot L \cdot B$$

Para buques de este tipo, $K_e = 0,36 - 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot B$

En nuestro caso :

$$K_e = 0,36 - 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot 168,42 = 0,27$$

$$P_{hyE} = 0,27 \cdot 168,42 \cdot 30,51 = 1391,18 \text{ t}$$

Al hallar la media de los dos obtenemos un valor aproximado del peso de la habilitación y los equipos:

$$\mathbf{PHE = 1330t}$$

Sumando todas las partidas de todos los pesos que hemos calculado obtendremos un valor aproximado del peso en rosca del buque de proyecto:

Partidas	Pesos
Peso de Acero	7738,87 t
Peso de Acero de Superestructura	512,18 t
Peso de Maquinaria principal	946 t
Peso de Equipo Restante	584,54 t
Peso de Línea de Ejes	69,88 t
Peso de Habilitación y Equipo	1330 t
Margen : 6%	670,89 t
Total	11852,36 t

Tabla 12 : Partidas de pesos de peso en rosca

10.2.- Peso muerto

Ahora que tenemos una estimación preliminar del peso en rosca y del desplazamiento, se puede calcular el peso muerto de la siguiente forma:

$$\Delta = PR + PM$$

$$31857,81 = 11852,36 + PM$$

$$\mathbf{PM = 20005 \text{ t}}$$

Los pesos más importantes introducidos en este peso muerto son los consumos y la carga útil. Para el cálculo de la carga útil solo es necesario el volumen transportado y la densidad de la carga. Se ha considerado el GNL con una densidad de 0,46 m³/t, por lo tanto

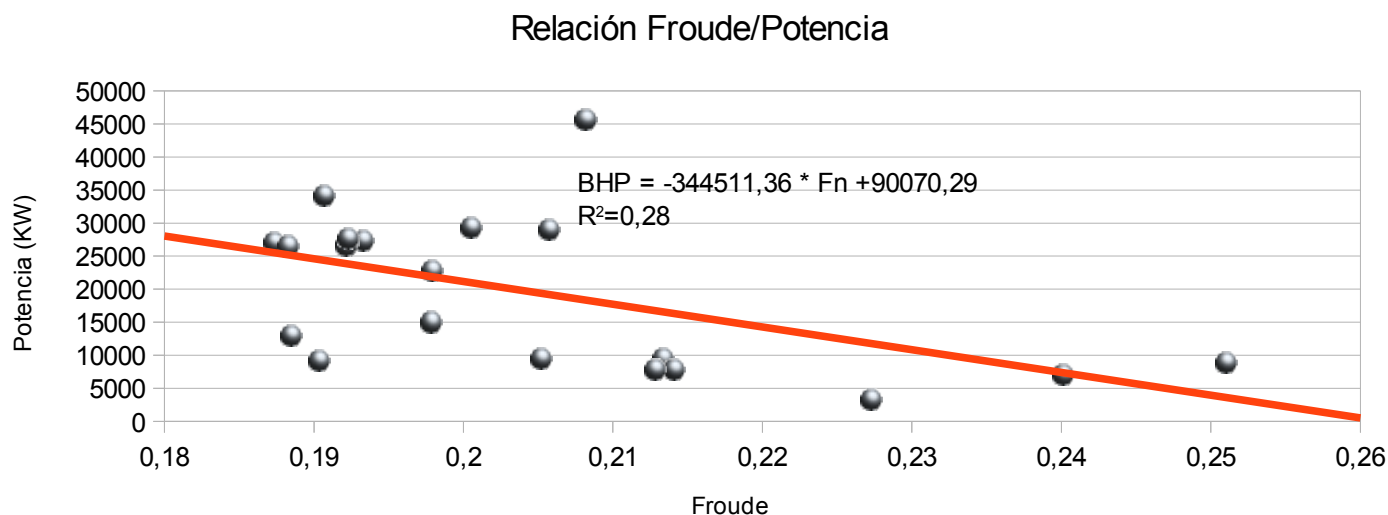
$$Cu = 35000 \cdot 0,46 = 16100 \text{ t}$$

Por lo tanto, existen 3905 t de peso de consumos.

Se puede observar que este segundo cálculo de desplazamiento aumenta el peso de la carga que se puede transportar, por lo que se ha optimizado más los pesos del buque.

11.- Estimación de potencia

Para comenzar con la estimación de potencia, primeramente se ha utilizado el método de regresión lineal mediante la potencia de los buques de la base de datos:



Si realizamos la fórmula con nuestro buque, que tiene un número de Froude de 0,23:

$$BHP = -344511,36 \cdot 0,23 + 90070,29 = 10832,68 \text{ KW}$$

Sin embargo, si vemos un poco más de cerca esta regresión, nos daremos cuenta de que su desviación típica es bastante baja. Además, estamos enfrentando la potencia a un término adimensional de resistencia al avance del buque, por lo que esta potencia obtenida solo tiene en cuenta la resistencia que el agua ejerce al casco, sin importar que sistemas tenga. Esta potencia no sirve para realizar los cálculos, está muy lejos de la que seguramente necesitemos.

Como segunda estimación de potencia podemos utilizar el método de D.G.M Watson, ya utilizado en apartados anteriores de este mismo cuaderno para calcular los pesos referente a los motores de este buque:

$$BHP = \frac{0,889 \cdot \Delta^{(2/3)} \cdot \left(40 - \frac{L_{pp}}{61} + 400 \cdot (0,1)^2 - 12 \cdot C_b\right)}{15000 - 1,81 \cdot N \cdot (L_{pp})^{0,5}} \cdot V^3$$

En nuestro caso queda de la siguiente manera:

$$BHP = \frac{0,889 \cdot 31857^{(2/3)} \cdot \left(40 - \frac{168,42}{61} + 400 \cdot (0,1)^2 - 12 \cdot 0,68\right)}{15000 - 1,81 \cdot 92 \cdot (168,42)^{0,5}} \cdot (18)^3 = 13423 \text{ KW}$$

Esta cifra ya es mucho más significativa, ya que se acerca mucho más a lo que posiblemente necesite el buque para su plena operación. Debido a que es una buena aproximación ya se ha utilizado para el cálculo de pesos en el apartado anterior.

Una tercera estimación, mucho más cercana a la potencia que nuestro buque vaya a necesitar, sería la utilización de un software externo para realizar, mediante una metodología concreta, el cálculo de predicción de potencia. En este proyecto se ha utilizado el HydroComp Navcad 2012 mediante la metodología Holtrop.

Hay que destacar que nuestro buque tendrá dos líneas de ejes para mayor redundancia. Las operaciones de bunkering son operaciones muy delicadas en las que se está suministrando combustible a otro buque mediante un sistema de mangueras instalado en la cubierta del buque.

Mientras se está realizando la operación de bunkering, es muy importante que el sistema de propulsión esté intacto durante toda la operación. Un blackout podría suponer un problema muy serio, dejando al buque sin control mientras se esta haciendo la transferencia.

Por ello, al igual que en los shuttle tankers, se optará por introducir dos motores.

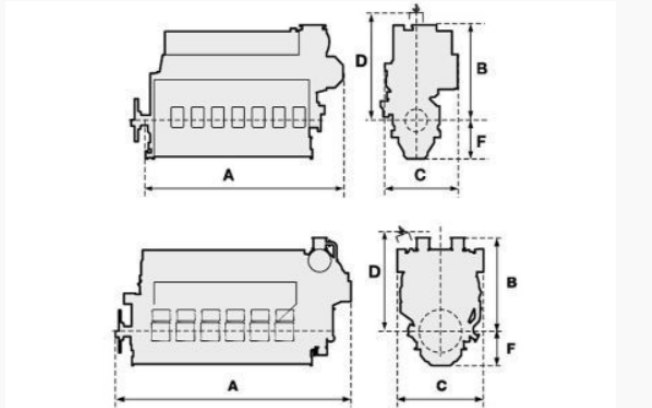
Con el software NavCad y la metodología Holtrop obtenemos una potencia necesaria de 11320 KW, que, al estar al 85% de su capacidad, los motores tendrían que dar un total de 13115,29 KW.

Por ello, se hace la elección de dos motores diésel dual fuel de la marca Wärtsillä modelo "9L50DF" con nueve cilindros, capaces de suministrar cada uno 8250 KW, haciendo un total de 16500 KW. Es necesario suministrar al buque con 13115,29 KW, por lo que estos motores serían una buena elección, dejando un pequeño margen por incertidumbres del proyecto en esta fase.

A continuación se adjuntan las características principales de los motores anteriormente citados para una mayor definición de los mismos:

Wärtsilä 50DF		IMO Tier III, EPA T2/T3		
Cylinder bore	500 mm	Fuel specification:		
Piston stroke	580 mm	Fuel oil	700 cSt/50oC	
Cylinder output	950, 975 kW/cyl	7200 sR1/100 F		
Speed	500, 514 rpm	ISO 8217		
Mean effective pressure	20.0 bar	ISO-F-DMX, DMA & DMB		
Piston speed	9.7, 9.9 m/s	BSEC 7110 kJ/kWh at ISO cond.		
Rated power				
Engine type	Engine kW (50Hz)	Gen. kW (50Hz)	Engine kW (60Hz)	Gen. kW (60Hz)
6L50DF	5700	5500	5850	5650
8L50DF	7600	7330	7800	7530
9L50DF	8550	8250	8775	8470
12V50DF	11400	11000	11700	11290
16V50DF	15200	14670	15600	15050
18V50DF	17100	16500	17550	16940
Generator output based on a generator efficiency of 96.50 %				

Dimensions (mm) and weights (tonnes)						
Engine type	A	B	C	D	F	Weight
6L50DF	8115	3 580	3 270	4 000	1 455	96
8L50DF	10 230	3 920	3 360	4 000	1 455	128
9L50DF	11 140	3 920	3 505	4 000	1 455	148
12V50DF	10 410	4 055	3 810	3 600	1 500	175
16V50DF	13 085	4 400	4 730	3 600	1 500	220
18V50DF	14 180	4 400	4 730	3 600	1 500	240



12.- Cálculo del francobordo

Para el cálculo de francobordo del buque es necesario tener en cuenta toda la legislación vigente actual. Por ello, se tomará como principal referencia el convenio internacional de líneas de carga, que marca los diferentes francobordos en todo tipo de buques.

12.1.- Tipo de buque

Como primera operación, hay que saber que tipo de buque es el buque de estudio. Se trata de un buque tipo A, debido a que ha sido proyectado para llevar cargas líquidas a granel y tiene una gran integridad con bajos coeficientes de permeabilidad en los espacios que pueden ser inundados.

Buque Tipo A

12.2.- Cálculo del francobordo tabular

Con el tipo de buque y su eslora, podemos determinar el francobordo tabular. Para ello, también tendremos que calcular qué eslora introducimos en la tabla. Dependiendo de cual sea mayor, escogeremos el 96% de la eslora al 85% de puntal o la eslora entre perpendiculares de esa flotación, escogiendo la mayor de ellas.

Aproximadamente, teniendo en cuenta el buque base, el 96% de la eslora al 85% del puntal es de 166,7 metros, mientras que la eslora entre perpendiculares a esa flotación es de 168,5 metros. Por lo tanto, se escogerá la segunda de ellas

Ahora habrá, que determinar el francobordo tabular, que se encuentra en las tablas del convenio de líneas de carga. El francobordo tabular es:

$$\text{Fbt} = 2247 \text{ mm}$$

A partir de este primer francobordo tendrán que ir implementándose las diferentes correcciones para ver cuánto se aleja éste buque del buque tipo considerado en el convenio.

12.3.- Corrección por coeficiente de bloque

Debido a que su coeficiente de bloque es de 0,68, no es necesario realizar ninguna corrección por coeficiente de bloque

12.4.-Corrección por puntal

El puntal de nuestro buque es de 17,95 m. Tendremos que comprobar si es superior a L/15 para realizar la corrección en caso afirmativo.

$$L/15 = 168,5/15 = 11,21\text{m}$$

Es necesario aumentar el francobordo, ya que el puntal es mayor comparado con el buque tipo. Este aumento se corresponde a:

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) * R$$

donde R es 250 para esloras mayores a 120m (este caso)

Por lo tanto, la corrección es igual a:

$$\left(17,95 - \frac{168,5}{15}\right) * 250 = 1685 \text{ mm}$$

$$\text{C.Puntal} = 1685 \text{ mm}$$

12.5.-Corrección por superestructuras

Para la corrección de las superestructuras, hay que saber cuanto es la longitud efectiva de las mismas. Debido a el estrechamiento de la superestructura en la parte de proa de la misma, sólo se considerarán efectivos 18,5 metros de la misma, sin castillo de proa. Los tanques de carga que sobresalgan por la cubierta principal no se tendrán en cuenta en esta corrección.

Para la superestructura retranqueada, será necesario corregirla por la relación entre la semimanga de la superestructura y la semimanga del buque. Esta parte tiene 14m de eslora, y su semimanga es de 8,32 m, frente a la semimanga de 15,25 m del buque. Por lo tanto, esta parte tendrá una longitud efectiva de:

$$14 \cdot \frac{8,32}{15,25} = 7,64 \text{ m}$$

Esta longitud se suma a la longitud efectiva de la superestructura anteriormente citada, por lo que, a la hora de calcular los porcentajes, tendremos una longitud efectiva de 26,13m

Para realizar el cálculo del porcentaje, primero debemos saber cuánto porcentaje de nuestra eslora es la eslora de la superestructura:

$$\frac{26,13}{168,5} \cdot 100 = 15,51\%, \text{ que se corresponde a un:}$$

$$14 \cdot \frac{0,1551}{0,2} = 10,86\% \text{ de reducción de francobordo}$$

Para buques tipo A con una eslora mayor a 122 m, la corrección es de 1070 mm. Como hemos calculado antes, habrá que multiplicar este valor por el porcentaje que corresponde a la eslora de la superestructura. La reducción será de 116 mm

C.Superestructura= -116 mm

12.6.-Corrección por arrufo

En la corrección por arrufo, hay que calcular los arrufos normales. Debido a que este buque no tiene arrufo, obtendremos una penalización y tendremos que aumentar nuestro francobordo. Los diferentes arrufos normales son:

Popa	Proa
$25 * (\frac{L}{3} + 10)$	0
$11,1 * (\frac{L}{3} + 10)$	$5,6 * (\frac{L}{3} + 10)$
$2,8 * (\frac{L}{3} + 10)$	$22,2 * (\frac{L}{3} + 10)$
0	$50 * (\frac{L}{3} + 10)$

La corrección por arrufo es una simple función de Simpson para calcular la parábola que el arrufo forma, y compararla con la real. Para calcular el defecto o exceso de arrufo, tendremos que multiplicar los diferentes arrufos reales, realizar la suma de Simpson, realizar lo mismo con los arrufos normales, y dividirlo entre ocho (Segunda regla de Simpson) Después se hallará la media entre proa y popa. Por lo tanto:

Popa

$$\frac{(1 \cdot 25 \cdot (\frac{L}{3} + 10)) + (3 \cdot 11,1 \cdot (\frac{L}{3} + 10)) + (3 \cdot 2,8 \cdot (\frac{L}{3} + 10))}{8}$$

Proa

$$\frac{(3 \cdot 5,6 \cdot (\frac{L}{3} + 10)) + 3 \cdot (22,2 \cdot (\frac{L}{3} + 10)) + (1 \cdot 50 \cdot (\frac{L}{3} + 10))}{8}$$

Es necesario sumarle a la parte de popa un exceso de arrufo debido a la superestructura. Por ello, hemos de utilizar la fórmula:

$$S = \frac{y \cdot L'}{3 \cdot L}$$

donde y es la diferencia entre la altura real y la altura normal, L' la longitud de la superestructura, y L la eslora definida al inicio del capítulo. Por lo tanto, si Y = 3m:

$$S = \frac{(3 - 2,3) \cdot 26,13}{3 \cdot 168,5} = 36 \text{ mm}$$

Ahora, se sumará este aumento de arrufo a la parte de popa y se calculará la media de las dos partes del buque con las fórmulas anteriormente citadas. Podemos destacar que el valor obtenido en proa será el doble del valor obtenido en popa:

$$\frac{(-551,66 + 36) - 1103,33}{2} = -809,5$$

Con este valor es posible calcular la corrección por superestructuras, que será igual a:

$$C = -809,5 \cdot (0,75 - \frac{26,13}{2 \cdot 168,5}) = -544,36$$

Tendremos que añadir al francobordo un total de 544 mm por corrección de arrufo

C.Arrufo= 544 mm

12.7.-Altura mínima en proa

Una de las correcciones más restrictivas que afectan al francobordo es la altura mínima en proa. Para el cálculo de la altura mínima en proa se utilizará la fórmula del convenio:

$$F_b = (6075(L/100) - 1875(L/100)^2 + 200(L/100)^3) \times (2,08 + 0,609C_b - 1,603C_{wf} - 0,0129(L/d_l))$$

,siendo

$$C_{wf} = A_{wf} / \{(L/2) \times B\}$$

Si el área de la flotación a proa de L/2 para el calado al 85% del puntal es de 2007 m² (extraído del buque base):

$$F_b = (6075 \cdot (168,5/100) - 1875 \cdot (168,5/100)^2 + 200 \cdot (168,5/100)^3) \cdot (2,08 + 0,609 \cdot 0,68 - 1,603 \cdot \frac{2007}{(168,5/2) \cdot 30,51} - 0,0129 \cdot (168,5/13,855))$$

Altura mínima= 6951 mm

12.8.-Francobordos

A continuación se sumarán todas las partidas del francobordo para obtener el francobordo mínimo exigido por la norma. Si este valor es menor que el último dato calculado, el de la altura mínima, el francobordo tendrá que ser sustituido por este:

Datos	
Tipo	
Francobordo tabular	2247 mm
Corr. Puntal	1685 mm
Corr. Superestructuras	-116 mm
Corr. Arrufo	544 mm
Altura mínima en proa	6951 mm
Total correcciones	4360 mm
Francobrdo	6951 mm

Tabla 13 : Datos de francobordo

Como podemos observar, hemos tenido que sustituir el francobordo por el valor de la altura mínima debido a que era mayor que lo obtenido en las correcciones. El francobordo obtenido de las regresiones lineales sacadas de la base de datos es muy superior, de 9150mm, dato que es típico en los buques de volumen.

A continuación se calcularán los francobordos como estipula la norma:

Francobordo de verano = 6951 mm

Francobordo tropical = $6951 - (1/48) \cdot (17950 - 6951) = 6722$ mm

Francobordo de invierno = $6951 + (1/48) \cdot (17950 - 6951) = 7180$ mm

Francobordo de AN = Francobordo de invierno = 7180 mm

13.- Especificación preliminar

Este proyecto trata de un buque LNG para propósitos de bunkering, realizando sus operaciones cerca de alguna gasificadora para llevar el combustible a los buques que lo necesiten sin necesidad de introducirse en la costa. Esto puede dar muchas ventajas, sobre todo en caso de que el tráfico marítimo tenga un gran volumen. También evita los posibles problemas por restricción de calado en los buques más grandes

Este buque tiene las instalaciones similares a un buque LNG de transporte en alta mar, con grandes tanques centrales para llevar el gas licuado a una temperatura criogénica que asegura la fase líquida (sobre -162 °C). Los recipientes del gas son de tipo membrana y el buque consta de 3 tanques centrales.

La descarga se realiza con bombas de pozo profundo, mediante diversos medios, como pueden ser los medios instalados en el centro del buque para la carga del mismo o los medios situados a proa, similares a los de los shuttle tankers para la descarga de la mercancía en el buque de destino.

La propulsión proyectada para este buque es de tipo dual fuel, en la que los motores instalados (2 en cámaras de máquinas separadas) podrán ser alimentados tanto con gas natural como con diésel. De forma habitual, el buque irá consumiendo gas natural..

13.1.-Características principales

El buque tendrá las siguientes características:

- Eslora total 174, 2 metros
- Eslora entre perpendiculares 168,42 metros
- Manga de trazado 30,51 metros
- Puntal a la cubierta principal 17,95 metros
- Calado de trazado 8,8 metros
- Velocidad 18 nudos
- Peso muerto aproximado 30000 t
- Capacidad de combustible diésel 931 m³
- Capacidad de combustible gas 950 m³
- Capacidad de agua dulce potable 202,46 m³
- Capacidad agua de lastre 16109 m³
- Número de ejes 2
- Tripulación 29
- Sociedad de Clasificación ClassNK

-Tripulación

La tripulación consta de las siguientes funciones:

- 1 Capitán.
- 1 Jefe de Máquinas.
- 1 Primer oficial
- 1 Segundo oficial
- 4 Técnicos de cámaras de máquinas
- 4 Maestranza.
- 7 Marineros.
- 3 Engrasadores
- 1 Calderero
- 2 Cocinero
- 2 Camarero
- 2 Bomberos

Tanto los camareros como los bomberos realizarán funciones de marinero en caso de estar en horas de no realización de trabajo de estas funciones.

-Locales

Todos los tripulantes irán dispuestos en camarotes individuales. Se reservarán espacios para apartamentos en caso del Capitán, el Jefe de Máquinas y el primer oficial. También existirá un apartamento para el armador en caso de desearlo. Además de los servicios básicos y los espacios para la estiba de todos los alimentos y recursos necesarios, existirán los siguientes espacios comunes:

- Comedores para tripulantes y oficiales
- Vestuarios para tripulantes y oficiales
- Lavandería y zona de secado
- Zonas de ocio e Internet
- Sala de reuniones principal
- Oficinas para cubierta y cámara de máquinas
- Gimnasio
- Aseos públicos
- Salas de control
- Biblioteca
- Sala de registro de reuniones
- Cocina y despensas
- Enfermería

-Peso muerto

El peso muerto al calado de escantillonado (8,8 m) es de unas 30000 toneladas. Este peso muerto incluye combustible, agua dulce, aceite, tripulación y sus efectos, consumos diversos, víveres, respetos y el peso de la carga y el agua de lastre necesarios para cada una de las condiciones de carga.

-Formas y estabilidad

El buque se proyectará sin bulbo, ya que los bulbos son rentables en condiciones de carga muy puntuales, no siendo útiles para buques que fluctúen con su calado, como es éste. Será proyectado sin arrufo en sus cubiertas y sin castillo de proa.

En cuanto a la estabilidad, cumplirá todos los criterios del código ISC 2008, incluyendo el criterio de viento y las prescripciones básicas de superficies libres.

-Potencia y velocidad

Como se ha comentado anteriormente, el buque avanzará por medio de dos motores eléctricos alimentados por dos motores generadores dual fuel. Todos estos términos se separan por un mamparo longitudinal situado en la cámara de máquinas, haciendo de ésta dos cámaras, una independiente de la otra.

En cuanto a la velocidad, se ha proyectado con el calado de escantillonado, obteniendo 18 nudos con 8,8 metros de calado. Se ha considerado un 10% de margen de mar, con los motores principales desarrollando una potencia al 85% de su MCR.

13.2.-Casco

-Materiales y tipo de construcción

El casco del buque se realizará con acero naval de prestaciones normales (tensión máxima admisible 235 N/mm²). Su estructura será de tipo longitudinal, ya que, para buques de este tipo, superados los 80 metros de eslora, la estructura longitudinal funciona de manera más óptima que la transversal. La estructura será totalmente soldada

Los escantillonados se decidirán en base a lo obtenido por la Sociedad de Clasificación determinada, siendo en este caso la ClassNK. Se cumplirán con los mínimos exigidos por la misma.

-Preparación de superficies

Las pinturas se aplicarán teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante de la misma. Es necesario que las superficies estén limpias y libres de impurezas antes del pintado, por razones obvias.

En el taller se realizará la operación de imprimación a todas las piezas que tengan que realizar un tratamiento de pintado posterior.

En cuanto a la pintura, se aplicará una cantidad de manos igual a la recomendada por firmas especializadas, teniendo en cuenta que se realizarán 2 como mínimo.

Las manos de pintura se han de realizar con una marca especializada y específica. Una vez fijada, se tendrán en cuenta las recomendaciones de la misma y se controlarán los parámetros necesarios a la hora del pintado. Se utilizarán todos los elementos necesarios para evitar cualquier problema que pueda surgir a la hora del pintado.

Para el galvanizado, las piezas galvanizadas serán las que se consideren oportunas en el momento.

Es necesaria la protección catódica para la protección de la superficie en general, además de la implementación de ánodos de sacrificio para evitar la oxidación de la estructura.

13.3.-Equipo, armamento e instalaciones

-Fondeo y amarre

El buque dispondrá del siguiente equipo definido a continuación:

- 3 anclas, siendo 1 de respeto, de un total de 13 toneladas cada una, para el fondeo de proa
- Unos 600 metros de cadena con contrate de un diámetro estimado de 100mm
- 1 equipo de grilletes
- 2 estopores de rodillo, para cadenas de 100mm de diámetro
- 1 cable para operaciones de shuttle tanker, de 300 m de largo, calculados para soportar la tensión necesaria

-Medios de salvamento

El buque dispondrá de los siguientes medios y equipamiento de salvamento:

- 1 Bote salvavidas de caída libre para la evacuación por popa
- 1 Bote de rescate y servicio capaz de ser izado por ambas bandas
- 2 Pescantes salvavidas
- Aros salvavidas
- Chalecos salvavidas para toda la tripulación
- Aparatos generalizados para el salvamento marítimo
- Balsas autohinchables en caso de hundimiento

Los dispositivos mencionados arriba han de cumplir con la aprobación de la Administración y ser comprobados para cumplir los requisitos necesarios reflejados en el SOLAS.

El equipamiento ha de ser diseñado para el salvamento de todas las personas a bordo, siendo en total 29

-Habilitación

Todos los tripulantes tendrán un camarote sencillo para ellos, con la diferencia del capitán, el Jefe de Máquinas y el primer oficial, estando destinados a los apartamentos, que tendrán una zona de despacho. Se dispone un apartamento a mayores para el Armador.

En cuanto al mobiliario, a continuación se dispondrán los diferentes muebles que existen en cada uno de los espacios:

-Apartamentos:

Los apartamentos estarán equipados con sofás, sillones, una mesa escritorio y una mesa de tamaño medio, varias estanterías, minibar y zona de grifo para bebidas.

Contarán con una cama de 1810x2000 mm, dos mesitas de noche, armarios suficientes para ropa y pertrechos. También contarán con armarios y cajones para el guardado de las demás pertenencias.

En el baño existirá una bañera de 1800x900 mm, con un lavabo y un retrete. Habrá un pequeño mueble para guardar los elementos de aseo personal.

-Camarotes sencillos

Los camarotes sencillos contarán con una mesa escritorio, con silla para la misma y sillón. Tendrán una cama de 2000x900 mm, con una mesilla de noche y armarios y cajones que cumplan la reglamentación del servicio en la mar.

Los baños privados de los camarotes sencillos contarán con una ducha, un retrete y un lavabo, con un pequeño mueble para guardar los elementos de aseo personal.

-Comedor y salas de estar

Contarán con sillones, sillas y mesas suficientes para toda la tripulación. En la zona de estar se encontrarán además estanterías, mesas bajas y televisión.

-Sala de ocio

En la sala de ocio existirá una zona con ordenadores e Internet disponible, zonas con mesas para juego , pequeñas estanterías con diferentes elementos de divertimento, y una zona de cine con proyector para el visionado de películas

-Cocina y despensas

La cocina tendrá todos los elementos necesarios para atender a la tripulación en las horas puntas de la comida. Existirán dos despensas con los elementos necesarios para la estiba de víveres, separados en oficiales y tripulación

-Sala de reuniones

La sala de reuniones está pensada para un aforo de 18 personas, aunque se puede aumentar sin problema. Tendrá estanterías y elementos para el guardado de registros, además de una pequeña zona para la revisión y documentación de actas de reuniones.

-Biblioteca

Existirá una pequeña zona para el entretenimiento lectivo , con suficientes mesas para 12 personas, incluyendo además un repertorio de novelas y literatura actualizadas.

-Gimnasio

El gimnasio estará equipado con varias máquinas para entrenamiento cardiovascular y de musculatura. También habrá zonas para el ejercicio básico

-Oficina de administración de cámara de máquinas y servicio de cubierta

Existirán dos oficinas de administración equipadas con mesas y sillas para el trabajo administrativo. También se tendrán todos los utensilios disponibles para la realización de este trabajo. Existirán estanterías y armarios para guardar todo tipo de documentación necesaria en algún momento. También habrá una pequeña zona para el registro de las mismas.

-Sala de control de carga y de Cámara de Máquinas

Existen dos espacios destinados a salas de control de cámara de máquinas, cubierta y puente. Estarán dispuestas de todo el equipamiento necesario para el control de todos los espacios del buque, desde la situación de la cámara de máquinas hasta la disposición de los tanques.

-Zonas para víveres

En la parte de la superestructura, en la cubierta principal, se dispondrán paños para el almacenamiento de víveres y zona de refrigeración. Existirá una zona para provisiones secas, otra de consumo diario y una zona de congelados, además de una gran zona de refrigeración. Todas las temperaturas en estas zonas estarán debidamente reguladas, para evitar cualquier tipo de problema en la zona de víveres.

-Lavandería

En la lavandería se encontrarán lavadoras y zonas de secado suficientes para todos los tripulantes del buque. Existirá una zona para la sala de secado, en la que se dispondrán las zonas para esta función.

-Vestuarios

En la zona de proa de la superestructura, en la cubierta principal, se dispondrá una zona para vestuarios. Habrá 3 zonas, una destinada a vestuario de oficiales, y las otras dos destinadas a vestuario masculino y femenino. Las zonas estarán equipadas con duchas, zonas individuales para cambiarse, lavabos y un retrete por vestuario.

-Paños

Habrá espacio en las cubiertas suficiente para la introducción de paños para estibas diversas.

-Limpieza

En la cubierta superior se dispondrá de un local de limpieza para las zonas comunes.

-Equipo de aire acondicionado y ventilación

Se dispondrá a bordo de los diversos sistemas de navegación y comunicaciones eléctricos, siendo alimentados por los motores generadores que se encuentran en la cámara de máquinas. Los aparatos instalados son los siguientes:

- Compás magnético
- Ecosonda
- Radares
- Aguja giroscópica
- Piloto automático
- Equipo de navegación por satélite

Además, existirá material náutico para la ayuda de lectura de las cartas náuticas y servicios generales:

- Sextante
- Cronómetro
- Reloj de bitácora
- Megáfonos
- Termómetros
- Binoculares para visión diurna y nocturna
- Campanas de alarma

En cuanto a las comunicaciones interiores, existen los siguientes aparatos:

- Teléfonos interiores, para la comunicación entre locales, como puede ser Cámara de Máquinas, Puente, Zona de carga, Cámaras de Control, Camarotes de Jefe de máquinas y Capitán
- Telégrafo de máquinas, para la transmisión de órdenes del Puente a la Cámara de Máquinas
- Altavoces
- Equipos de comunicación VHF

Para las comunicaciones exteriores, se dispondrán los aparatos necesarios para comunicar el buque con el exterior siguiendo la reglamentación aplicable. Entre ellos se encuentran:

- Equipo de comunicación por vía satélite
- Radioteléfonos
- Antenas transmisoras y receptoras principal y de emergencia
- Unidades y unidades remotas de alarma
- Radiobalizas
- Transpondedores de radar

-Medios contraincendios

Los sistemas contraincendios están formados con los siguientes elementos:

- Bombas contraincendios
- Bomba de emergencia contraincendios
- Colector contraincendios
- Mangueras y extintores
- Sistemas de detección de incendios generales
- Sistemas de detección de incendios para cámara de máquinas
- Sistemas para cámara de máquinas (CO₂, agua nebulizada)

De forma general, se encontrará un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios en la superestructura, que detecte presencia de humo y vaya provisto de avisadores en los pasillos, escaleras, y vías de evacuación.

Para la cámara de máquinas, existirá un sistema fijo de detección de incendios con alarmas acústicas y ópticas de forma que todo el mundo pueda verlas sin ningún problema. Existirán además indicadores en el puente para avisar del posible incendio.

-Servicios de carga

El buque dispondrá de tres bombas de carga de pozo profundo situadas en cada uno de los tanques de carga. No es posible la instalación de bombas de tipo eléctrico, por lo que serán de tipo neumático. Las bombas tendrán una capacidad de 2000 m³/h

-Instalación eléctrica principal

El buque dispondrá de dos redes trifásicas generales, una para los servicios normales y otra de emergencia, además de una red monofásica para la alimentación de equipos sencillos como el alumbrado o los ordenadores.

Los cables se dimensionarán de acuerdo con lo especificado en el reglamento de Sociedades de Clasificación.

Los alternadores serán de tipo marino, siendo protegidos contra atmósferas salinas, goteos y cualquier otro tipo de posibles desventuras propios de estas atmósferas. Los generadores podrán ser regulados de forma manual, aunque tendrán una regulación automática. Estarán introducidos en los cuadros principales.

El cuadro eléctrico principal irá situado en la cámara de control de la cámara de máquinas. Los cuadros serán contruidos con acero, resistentes a atmósferas marinas.

El cuadro estará dividido en los paneles de cada una de las entradas del buque, siendo las principales las de los motores generadores. Se situarán cuadros eléctricos secundarios donde proceda, como en las inmediaciones de la cocina, del local de aire acondicionado, luces...

El cuadro de emergencia se situará en la parte de la superestructura, en las zonas de control, controlando el circuito de fuerza y alumbrados.

-Instrumentos y distribución

Todos los instrumentos necesarios y conectados a la red principal de la instalación eléctrica estarán protegidos de forma pasiva y activa contra cualquier tipo de fallo que se pueda generar en las zonas del buque.

-Cables

Se soportarán de forma adecuada, realizando todos los pasos necesarios para el cruce de los mismos por los mamparos.

Estarán formados por lo general por alma de varios hilos de cobre, aislamiento de etileno y cubierta exterior adecuada. Se dispondrán de cables armados donde se requiera

En cuanto a los espesores, se introducirán cables de sección adecuada, siendo 1,5 mm² la mínima posible

-Redes de alumbrado

En las zonas exteriores, pañoles sometidos a cualquier tipo de humedad, cocina, lavandería, cámara de máquinas.... la red de alumbrado estará protegida contra estas atmósferas mediante estanqueidad.

La cubierta principal estará alumbrada con medios eficaces, como pueden ser los proyectores de vapor de mercurio, de una capacidad suficiente.

El alumbrado de forma general en las zonas no peligrosas ni con atmósferas húmedas se utilizarán medios no estancos. En estos lugares se dispondrá de medios fluorescente, sin la utilización de alumbrado incandescente.

En la zona de habitación, tanto en los camarotes sencillos como en los apartamentos, no sólo se considerará alumbrado para la habitación y el baño, si no que se dispondrán luces en la mesilla o mesillas de noche y flexos en las mesas escritorio. También se dispondrá de algún tipo de lámpara en los baños.

-Conexión con tierra

En un local adecuado se dispondrán zonas para la conexión al cuerpo principal del buque (conexión a tierra) con los medios de seguridad necesarios, aislamiento, bornes de conexión protegidos, fusibles, lámpara de indicación de fases...

-Luces de navegación y señales

Las luces de navegación tendrán que estar de acuerdo con el Reglamento Internacional de Prevención de Abordajes (COLREG).

-Baterías

Existirá una zona en la que se dispondrán baterías conectadas a los sistemas de alarma y emergencia principal, tan sólo los equipos críticos de aviso y alarma. Se dispondrán de forma que puedan ser cargadas por los motores generadores principales.

13.4.-Maquinaria auxiliar de cubierta

-Equipo de gobierno

El buque será maniobrado mediante dos servomotores electrohidráulicos, de cuatro pistones, con consola de control en el puente y piloto automático.

Ambos equipos cumplirán con lo prescrito en el Reglamento SOLAS, concretamente en la Regla 29 del apartado C ii)

Como dice este reglamento, el servo estará dimensionado para realizar el giro de banda a banda de 70º en un máximo de 30 segundos y con el buque navegando a velocidad máxima, con una sola bomba.

Este equipo consta de los siguientes aparatos:

- Mando combinado con el propio piloto automático
- Bombas electrohidráulicas para el control de los pistones
- Aparato de accionamiento del timón
- Aparatos eléctricos diversos

En caso de fallo de la corriente eléctrica, tendrá que ser accionado un sistema hidráulico de gobierno, estando instalado en el local del servomotor.

-Timón y mecha

Se dispondrán dos timones, ya que el buque consta de dos hélices. El tipo de timón será de un perfil NACA 0012, de tipo semisuspendido.

La mecha del timón será recta, de acero forjado, disponiendo de:

- Camisa de acero inoxidable en las zonas en las que apoye con el timón
- Extremo superior mecanizado para mejor acoplamiento y entrada en el casco

13.5.-Instalación propulsora

-Motores propulsores

Se introducirán dos motores eléctricos para la propulsión del buque de tipo ABB Tandem 900, obteniendo una potencia suficiente para la propulsión del buque a la velocidad requerida.

-Línea de ejes

Se dispondrán de dos líneas de ejes en el buque, una por cada motor y por cada hélice, siendo de tipo habitual (árbol de transmisión con suficientes chumaceras, bocina, juego de juntas...)

-Motor propulsor de proa

Se instalará un motor propulsor de proa para la ayuda en las maniobras de puerto (e incluso en momento de descarga)

13.6.-Maquinaria auxiliar de cámara de máquinas

-Servicios de los motores generadores

Las bombas y aparatos correspondientes en la introducción de los motores propulsores se realizará acorde con las recomendaciones del fabricante del motor.

La distribución en Cámara de Máquinas ha de ser tal que no interrumpa de ninguna manera otro equipo, con una estiba ideal para poder trabajar en las zonas de salidas y recambios de la pieza. También habrá que tener en cuenta las tuberías y las conducciones eléctricas de los aparatos. Cada uno de los aparatos será dispuesto con un juego de herramientas especializado y con los repuestos que procedan, siempre teniendo en visión las recomendaciones del fabricante

-Planta de gas inerte

Se ha de disponer de un sistema de gas inerte para la protección de la carga y la cubierta. La capacidad de las bombas será superior a la capacidad de las bombas de carga y descarga del buque.

Además, ha de abastecer al tanque de carga con un contenido establecido de O₂, para evitar cualquier problema por expansión del líquido.

-Servicio de lastre

El buque dispondrá de diversos tanques de lastre, siendo los principales los de doble casco, doble fondo y cofferdanes separadores de los tanques de carga.

Se dispondrán de aspiraciones suficientes para la aspiración del líquido y con lo prescrito en las normas aplicables. En este caso, se destinará un colector principal con dos aspiraciones a cada uno de los tanques.

Es necesaria una capacidad suficiente en caso de este buque, ya que las operaciones de bunkering realizadas en alta mar requieren de una gran versatilidad de calados y condiciones.

-Servicio de sentina

Se dispondrán cuatro pozos de sentinas, uno a proa, otro a popa y en ambas bandas, en la Cámara de Máquinas. En los locales del servo, cámara de bombas y local del propulsor de proa se situarán dos pozos, uno a cada banda de los mismos.

De forma normal, el achique de sentinas se realizará con bombas accionadas eléctricamente, pudiendo descargar al mar o al tanque de lodos.

La bomba del separador se conectará al colector principal destinado a aguas aceitosas, contando con un medidor de partes por millón de hidrocarburos, para que, en caso de descarga al mar, se pueda cumplir con la normativa aplicable (MARPOL)

Los pasos situados en la zona de la cubierta principal estarán dispuestos con imbornales para el paso de derrames, siendo redirigidos a los locales inferiores y, por consiguiente, a los pozos de sentinas.

Existirán bombas de achique en las zonas cerradas, como la caja de cadenas y el local de los servomotores.

-Pisos, techos y escaleras de CM

Las cubiertas de la cámara de máquinas serán 4, hechos de materiales adecuados (chapa antideslizante de aluminio). Se apoyarán de forma directa en las zonas del casco, mediante ángulos de soporte

Estos ángulos de soporte podrán ser soldados o atornillados, dependiendo de su posición en la cámara de máquinas

Es necesario que todo los aparatos queden dispuestos en la cámara de máquinas de forma que sean completamente accesibles y no interrumpan el flujo de subida bajada. También es importante que tanto engrasadores como técnicos para el desmontaje puedan estar en una posición cómoda a la hora de realizar las operaciones a las que están destinados.

En cuanto a los techos, serán del mismo material que las cubiertas de cámara de máquinas, (aluminio, aunque no es necesaria la característica antideslizante

En cuanto a las escalas, existirán dos accesos a cada una de las cámaras de máquinas, uno a cada banda, con las escalas pertinentes. Los peldaños serán del mismo material y manera que las cubiertas, poniendo atención en la pendiente, que no excederá un valor desmesurado.

-Ventilación en cámara de máquinas

En la cámara de máquinas tendrá que existir ventilación suficiente como para cubrir las necesidades del motor en cuanto a aire, una refrigeración suficiente del ambiente para evitar un ambiente sofocante debido al calor despedido por los equipos y una renovación generalizada del aire en este espacio interior.

La cantidad de aire que entra en la cámara de máquinas tendrá que ser suficiente como para renovar el aire unas 70 veces en todo el día.

-Servicios sanitarios

Se utilizará agua dulce para todos los servicios sanitarios utilizados por la tripulación. A pesar de que el buque realiza operaciones relativamente cortas, en las que los tanques de lastre pueden ser suficientes como para no tener potabilizadora, se ha decidido introducirla, para el posible caso de reconversión de este buque en buque de transporte.

-Tratamiento de aguas residuales

Existirán una cantidad de tanques destinados a las aguas grises y negras, con capacidad suficiente para toda la tripulación.

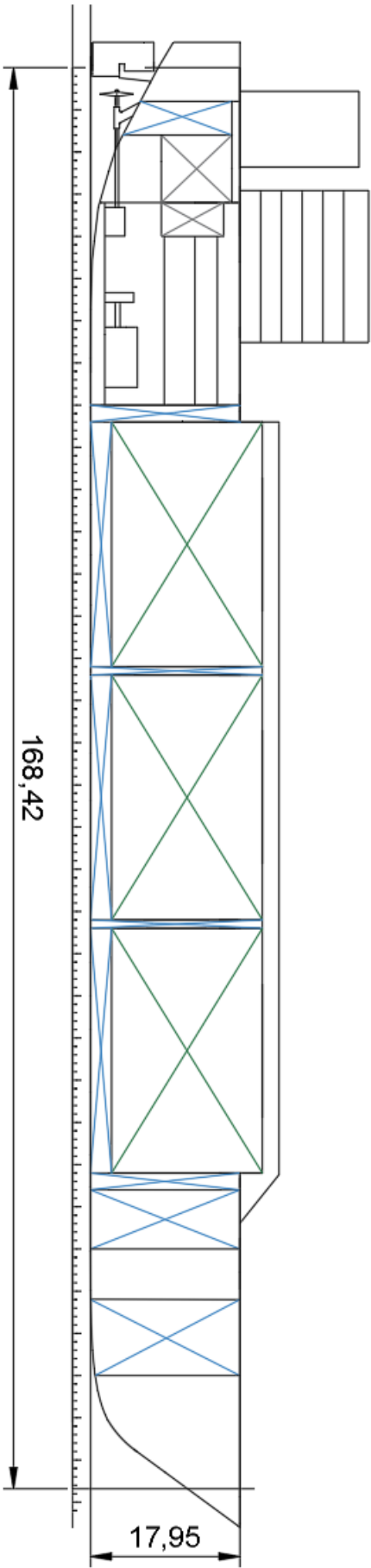
13.7.-Pertrechos y respetos

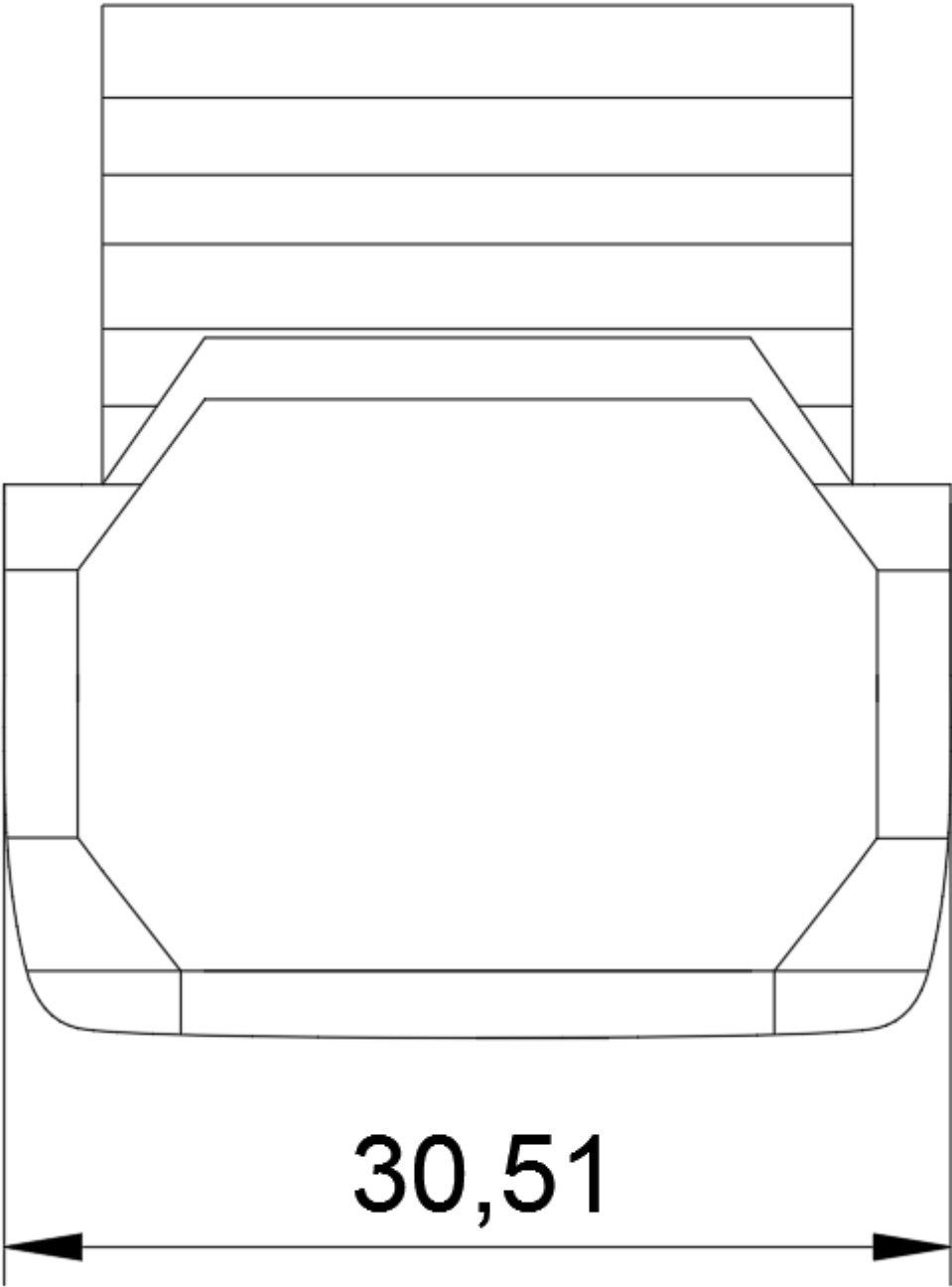
Los respetos serán por lo general suministrados por el Armador. En caso de respetos Reglamentarios, será el Astillero quien tenga que correr con este gasto. Se han supuesto una cantidad de respetos no reglamentarios a introducir por el astillero, como una hélice y un ancla.

Además se tendrán que suministrar las herramientas especiales para la utilización del mismo.

14.- Disposición general

A continuación podremos observar una especificación preliminar básica, donde se pueden ver los diversos tanques en los que incurre este buque y algunas de las dimensiones principales. Este croquis preliminar no está a escala:





ANEXOS

Anexo 1: Buques de la base de datos



BRITISH EMERALD: LNG tanker with dual-fuel/diesel-electric propulsion

Shipbuilder: Hyundai Heavy Industries Co Ltd, (HHI), Korea
 Vessel's name: British Emerald
 Hull number: 1777
 IMO number: 9333591
 Owner: BP Shipping Ltd, UK
 Designer: Hyundai Heavy Industries Co Ltd, Korea
 Model test establishment used: SSPA, Sweden
 Flag: Isle of Man
 Total number of sister ships already completed: Nil
 Total number of sister ships still on order: 5

BRITISH Emerald's reign as the largest LNG carrier in the world, at 155,000m³, was short-lived (as can be seen by other entrants in this year's *Significant Ships*); nevertheless, this lead vessel of BP's new Gem class is of special interest because of its 'green' credentials, and for introducing - for this owner - an innovative propulsion system (the first dual-fuel/diesel LNG tanker was *Gas de France Energy*, presented in our 2004 review). The use of dual-fuel marine engines is not new, but its combination here in a diesel-electric configuration (DFDE) brings a new dimension into the selection of gas-ship machinery, previously dominated by the steam turbine.

The machinery installation here is centred on four Wärtsilä type 50DF main engines: two 12-cylinder vee-type units and two with nine cylinders in line, of 11,400kW and 8550kW output, which are connected, respectively, to Convertteam alternators producing 11,000kW/8250kW. These are, perhaps uniquely, each positioned directly above the propulsion motors in the two engine rooms included for redundancy purposes, and supply the ship's main electrical requirements, as well as powering two 14,860kW propeller motors, connected via a Renk twin-input/single-output reduction gearbox to a five-bladed propeller producing a service speed of 20knots.

The main engines can operate on conventional diesel fuel or, on a loaded voyage, on boil-off gas from the cargo which is heated up and delivered as fuel gas by low duty compressors. Comparison between DFDE and similar steam-propelled gas carriers is understood to show that the latter, burning oil and gas, produced 530tonnes of CO₂ and 7tonnes SO_x daily, whilst the DFDE vessel, burning only gas, emitted just 386tonnes of CO₂.

British Emerald has a flat, single-deck, with sunken mooring deck aft, and a double-skin hull containing four membrane-type cargo tanks separated by cofferdams, and constructed in accordance with the GTT Mk III containment system for carrying cargoes at cryogenic temperatures of -163°C. Tank insulation is 270mm thick to satisfy a low boil-off rate of 0.15% by volume of total cargo per day. The tanks extend above the upper deck and are enclosed in a trunk which

provides access passages fore and aft.

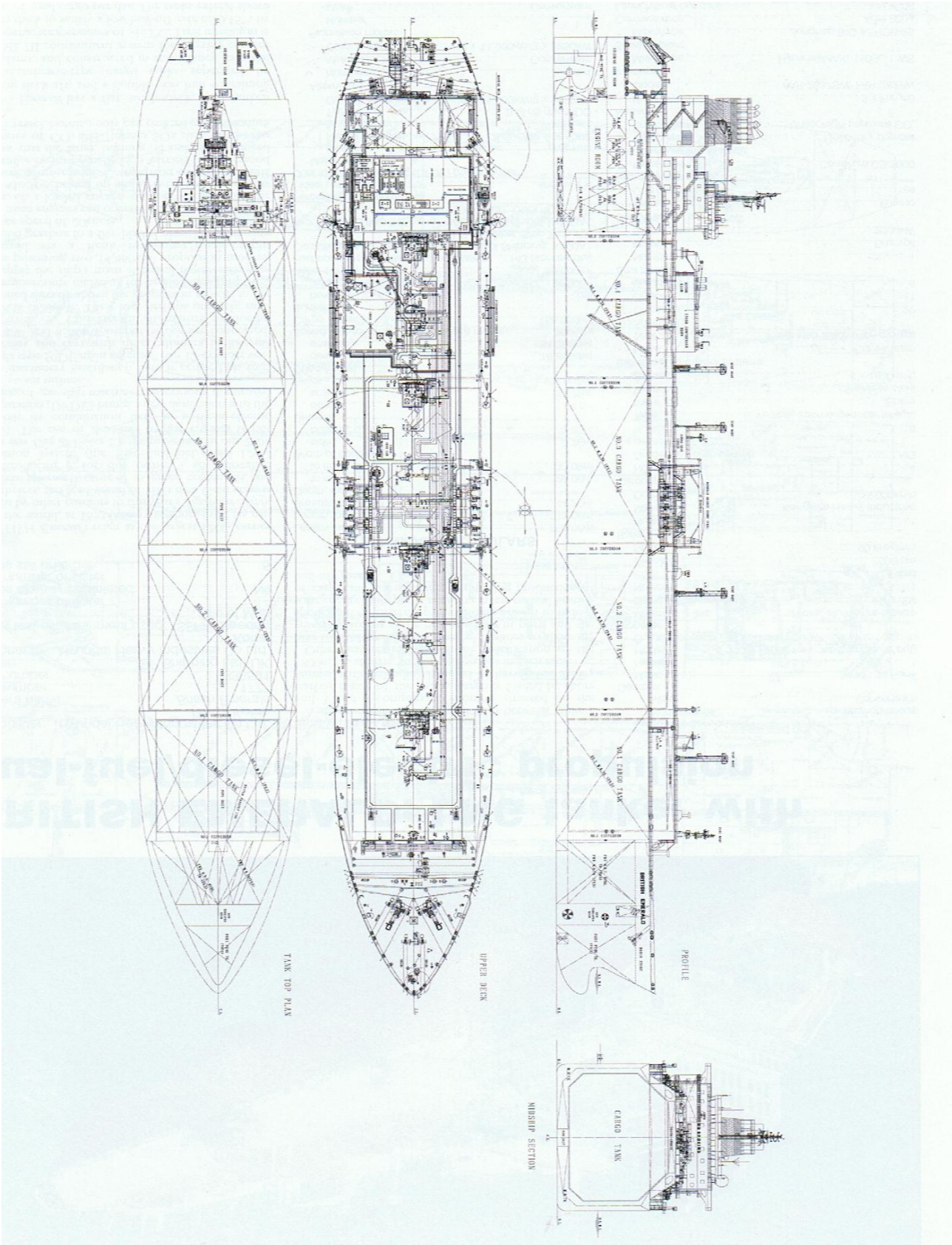
A shore manifold is arranged P&S between tanks 2 and 3 and a compressor room is situated on the starboard side of the trunk. Cargo is loaded by shore pumps, with unloading handled by having two Ebara 1800m³/h electric, submerged pumps in each tank.

Other features included in the specification are the new technology of 'cold ironing' facilities to allow the vessel to accept shore power whilst in port, and the application of external paint colours proven to reduce solar energy absorption, resulting in less natural heating of cargo and consequently minimising production of boil-off gases.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	280.00m
Length, bp	275.00m
Breadth, moulded	44.20m
Depth, moulded	26.00m
to main deck	33.09m
to trunk deck	2.76m
Width of double skin	3.20m
side	11.47m
bottom	12.20m
Draught	102,000gt
design	76,600dw
scantling	84,300dw
Gross	20knots
Deadweight	155,000m ³
design	143.3tonnes/day
scantling	Lloyd's Register of Shipping, +100A1
Speed, service, MCR with 15% sea margin	Liquefied Gas Tanker, Ship Type 2G,
Speed, service, MCR with 15% sea margin	SG 0.5, 0.25bar g, -163°C, *IWS ShipRight(SDA),
Cargo capacity, liquid volume	L1, EP, +LMC, UMS, ICC, NAV
Bunkers	heavy oil
heavy oil	nil
diesel oil	6800m ³
Water ballast	59,000m ³
Fuel consumption (diesel oil equivalent)	143.3tonnes/day
Classification	Lloyd's Register of Shipping, +100A1
Type of fuel used	Boil-off gas/MDO
Output, each engine	2 x 11,400kW/2 x 8550kW
Altimeters	Number
Number	4
Make	Convertteam
Output, each unit	2 x 11,000kW/2 x 8250kW
Propulsion motors	Number
Number	2
Make	Convertteam
Output, each unit	2 x 14,860kW

Frequency converters	Number/type	2/synchronous
Make	Convertteam	
Gearbox	Make	Renk
Number	1	
Model	NDSH-4000 (twin input/single output)	
Output speed	720 rev/min (input)/90.6rev/min (output)	
Propeller	Material	Nickel-aluminium-bronze
Designer/Manufacturer	Hyundai	
Number	1	
Pitch	Fixed	
Diameter	8600mm	
Speed	90.6rev/min	
Boiler	Number	1
Make	KangRim Heavy Industries	
Output	15,000kg/h	
Cargo tanks	Number	4
Grades of cargo carried	LNG	
Cargo pumps	Number	8
Type	Vertical, submerged, centrifugal	
Make	Ebara	
Material	Stainless steel	
Capacity	8 x 1800m ³ /h	
Ballast/cargo control systems	Make	Convertteam
Type	Integrated automation system	
Complement	Officers	22
Crew	11	
Suez/repair crew	6	
Bow thruster	Number	1
Make	Brunvoll	
Output	2000kW	
Bridge control system	Make	Furuno
One man operation	Yes	
Fire detection system	Make/type	Consilium CS 3000
Fire extinguishing systems	Cargo area	Unit/dry powder
Engine room	Unit/high-pressure CO ₂	
Radars	Number/make	2 x Furuno
Models	FAR-2637SW/ FAR-2627W	
Incinerator	Make/type	Hyundai/MAXI 150SL-1 WS
Sewage plant	Make/type	Jonghap/BIO AEROB-25
Contract date	April 2004	
Launch/float-out date	July 2006	
Delivery date	5 July 2007	





BW SOMBEKE: 38,000m³ DSME-built LPG carrier

Shipbuilder: Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd (DSME), Korea
 Vessel's name: *BW Sombeke*
 Hull number: H2309
 IMO number: 9292113
 Owner/operator: Bergesen Worldwide Gas ASA, Norway
 Designer: Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd (DSME), Korea
 Model test establishment used: SSPA, Sweden
 Flag: Bahamas
 Total number of sister ships already completed: 3
 Total number of sister ships still on order: 2

ALTHOUGH technical advances in the LPG world have been nowhere near as dramatic as those in LNG ship designs, the construction of large LPG carriers continues apace; indeed, prospects for such vessels are expected to receive a useful boost as a spin-off from the rising level of LNG production and processing. *BW Sombeke* is an example of a new series from the Okpo shipyard of leading Korean builder Daewoo (DSME) ordered by Norwegian company Bergesen, a well-entrenched and experienced operator in the LPG trades.

The size of this series is quite modest compared with some of the giants now emerging from Far East yards - up to more than 80,000m³ capacity - but is still capable of loading a wide range of cargoes. These include propane, butane, mixtures of these two gases, as well as propylene, anhydrous ammonia, vinyl chloride monomer, and butadiene.

Cargo is loaded in three independent self-supporting prismatic cargo tanks designed for a maximum pressure of 0.25bar g, a minimum temperature of -50°C, and a maximum cargo specific gravity of 0.70.

The tanks are located inside a hull carefully designed for a fatigue life of 20 years, based on North Atlantic wave conditions; the tanks are also designed around this parameter. A total of 42.70% of high-tensile steel (including low-temperature material) is included in hull fabrications.

A propulsion plant for a service speed of 16.4knots is centred on a MAN B&W low-speed engine of the 6S50MC-C type. This has an output of 9480kW and drives a Nakashima FP propeller of 5.80m diameter at 122.60rev/min.

Electrical power for the cargo pumps is supplied by three auxiliary engines driving Taiyo Electric brushless alternators. The output of each set, which runs at 720rev/min, is 1307kVA.

Steam is generated in an Aalborg vertical watertube boiler which can supply 4000kg/h. This is supplemented by an exhaust-gas smoke-tube economiser from the same company, which has an

inbuilt steam drum. At the main engine's normal continuous rating, the hourly steam supply should be 1500kg.

A Norsafe free-fall lifeboat has been fitted for the normal complement of 26.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	180.00m
Length, bp	172.00m
Breadth, moulded	29.20m
Depth, moulded to upper deck	18.20m
Width of double skin	-
Side	-
Bottom	1.70m
Draught	-
Design	9.20m
Scantling	10.40m
Gross	25,994gt
Displacement	-
Lightweight	-
Deadweight	-
Design	23,888dwt
Scantling	29,216dwt
Block coefficient	-
Speed, service, 90% MCR, 15% sea margin	16.4knots
Cargo capacity	38,000m ³
Bunkers	-
Heavy oil	2700m ³
Diesel oil	150m ³
Water ballast	12,000m ³
Fuel consumption	-
Main engine	34.60tonnes/day
Classification	Det Norske Veritas, +1A1, Tanker for Liquefied Gas, Ship Type 2G (-50°C, 700kg/m ³ , 0.25bar), NAUTICUS (Newbuilding), PLUS-1, E0, NAUT-OC
Percentage of high-tensile steel used in construction	42.70% (including low-temperature steel)
Main engine	-
Design	MAN B&W
Model	6S50MC-C
Manufacturer	-
Number	1
Type of fuel	HFO
Output	9480kW
Propeller	-
Material	Nickel-aluminium-bronze
Designer/manufacturer	DSME/Nakashima
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	5.80m
Speed	122.60rev/min
Diesel-driven alternators	-
Number	3
Engine make/type	-
Type of fuel	-
Output	-
Alternator make/type	Taiyo Electric/FEAW553C-10
Output/speed	3 x 1307kVA/720rev/min
Boilers	-
Number	2 (one oil-fired; one exhaust gas)
Type	vertical, water tube (oil-fired); vertical, smoke tube with built-in steam drum (exhaust gas)
Manufacturer	Aalborg
Output	4000kg/h (oil-fired); 1500kg/h at NCR main engine load (exhaust gas)

Cranes	-
Number	1
Type	single jib, cylinder luffing
Duties	Hose-handling
Make	TTS
Rating	5tonnes
Mooring equipment	-
Number	7 sets
Make	Rolls-Royce
Type	Electro-hydraulic
Lifesaving equipment	-
Type	1 x free-fall lifeboat
Capacity	34 persons
Make	Norsafe
Cargo tanks	-
Number	3
Type	Independent self-supporting prismatic, max pressure 0.25bar, min temperature -50°C, max specific gravity 0.70
Design	-
Product range	Propane, butane, mixtures of propane and butane, butylene, propylene, anhydrous ammonia, VCM, and butadiene
Coated tanks	-
Stainless steel	-
Cargo pumps	-
Number	-
Type	-
Make	-
Stainless steel	-
Capacity	-
Cargo control system	-
Ballast control system	-
Complement	-
Officers	15
Crew	11
Spare	4
Suez/repair crew	4
Bow thruster	-
Number	1
Make	-
Output	850kW
Bridge control system	-
Make	Kongsberg
Type	AutoChief-4
One man operation	Yes
Fire detection system	-
Make	Consilium
Type	Addressable
Fire extinguishing system	-
Radars	-
Number	2
Make	Furuno
Models	FAR-2827
Integrated bridge system	-
Make	Furuno
Model	FEA-2107
Waste disposal plant	-
Incinerator	-
Compactor	-
Shredder	-
Sewage plant	-
Make	Hamworthy
Model	ST3A/92656-01
Contract date	25 April 2003
Launch/float-out date	January 2006
Delivery date	October 2006



CHEIKH EL MOKRANI: A 'Mediterranean-Max' LNG carrier

Shipbuilder: Universal Shipbuilding Corp (USC), Tsu yard, Japan
 Vessel's name: *Cheikh El Mokrani*
 Hull number: 055
 IMO number: 9324332
 Owner/operator: Mediterranean LNG Transport Corp/Hyproc Shipping Co, Algeria
 Designer: Universal Shipbuilding Corp, Japan
 Model test establishment used: Universal Shipbuilding Corp, Tsu Laboratory
 Flag: Bahamas
 Total number of sister ships already completed: Nil
 Total number of sister ships still on order: 1

JOINT ventures are not an uncommon form of ship-ownership, and *Cheikh El Mokrani*, the first of two sister ships building at the Tsu shipyard of Universal Shipbuilding, has entered service under the parentage of just such a partnership. This was formed in 2004 as the Mediterranean LNG Transport Corp (MLTC) by the Algerian national oil company Sonatrach, its subsidiary shipping arm Hyproc, and Japanese shipowners Mitsui OSK and Itochu Corp, with Hyproc acting as ship manager.

The vessel has been put into service transporting LNG produced in Algeria, to European countries bordering the Mediterranean such as France, Italy, and Spain. It has been designed with the optimum dimensions, suitable for the various receiving ports in these countries, thus coining the description 'Mediterranean-Max' or 'Medmax'. The Gaz Transport and Technigas (GTT) Mk III, membrane cargo containment system has been adopted for the transport of the cargo, which is carried in four stainless steel tanks, fitted into a double-skin cargo hold.

The tanks are separated from each other by cofferdams, and extend above the upper deck to form a fore and aft raised trunk, with the surrounding side and double bottom spaces used for water ballast. Each cargo tank is equipped with two Ebara electrically-driven, submerged cargo pumps of 1000m³/h capacity and a spray pump. An emergency cargo pump is also available, for use as required in any tank. Two low-duty and two high-duty compressors are installed in the compressor room, located on the upper deck.

A corrugated stainless steel membrane forms the primary barrier of the GTT Mk III cargo containment system, with an aluminium foil/glass-cloth composite material providing the secondary barrier. Reinforced polyurethane foam insulation panels prevent tank structure distortion and leakage of LNG in the event of an accident. Construction of the tanks is designed to withstand the thermal contraction resulting from the cryogenic temperature (-163°C) of the LNG, and to resist the loads arising from the cargo sloshing under severe sea conditions.

The machinery installation follows traditional LNG carrier specification by featuring a Mitsubishi type MS21-2 steam turbine, with an output of 15,000kW, designed to operate on steam produced in two

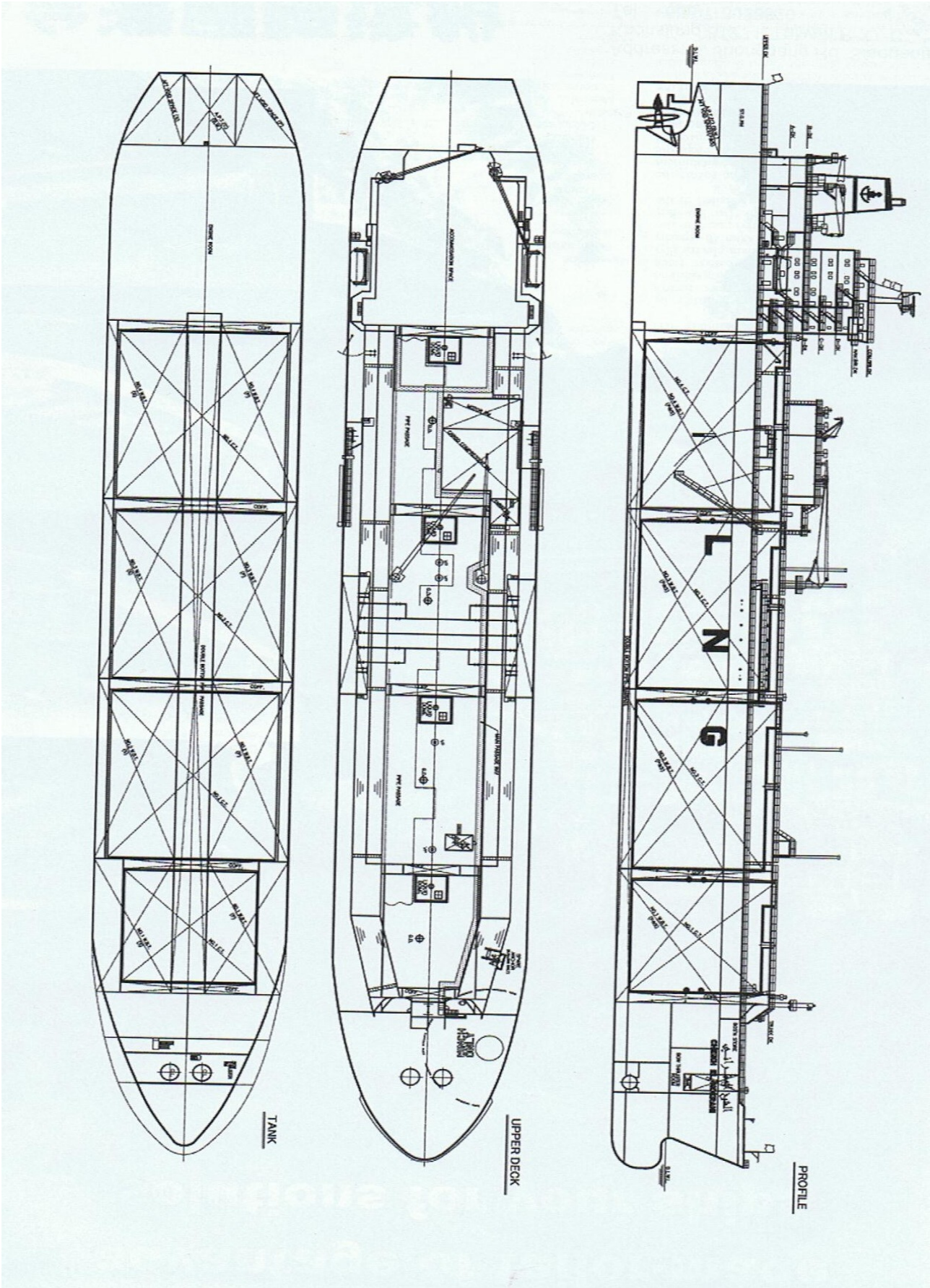
36tonne/h boilers, also manufactured by Mitsubishi, burning either heavy fuel oil or the boil-off gases from the cargo. Mitsubishi also supplied a double-reduction, tandem-articulated gearbox, providing an output speed of 94rev/min at the FP propeller.

Propulsion is assisted by fitting Universal Shipbuilding's Super-Stream Duct and Surf Bulb adaptations to the propeller and rudder, enabling a service speed of 17.5knots to be attained. Electrical supply is derived from two 2500kW Nishishiba alternators coupled to Mitsubishi 2630kW steam turbine prime movers, also from a 2500kW Yanmar/Nishishiba diesel set. A Kawasaki 2000kW bow thruster is installed to assist manoeuvring.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	220.00m
Length, bp	210.70m
Breadth, moulded	35.00m
Depth, moulded, upper deck	22.55m
Draught	
design	9.75m
scantling	10.75m
Gross	52,855gt
Deadweight, design	38,000dwt
Speed, service, 90% MCR	17.50knots
Liquid cargo capacity	75,500m ³
Bunkers	
heavy oil	2100m ³
diesel oil	300m ³
Water ballast	25,000m ³
Fuel consumption (oil)	
main engine only	103tonnes/day
Classification	Bureau Veritas, I + Hull + Mach, Liquefied Gas Carrier/LNG Fatigue Life 40 Years, Unrestricted Navigation, + AUT-UMS, + SYS-NEQ-1, IWS, STAR, MON-SHAFT, ETA, CLEAN
Main engine	
Steam turbine	
Number	1
Type	MS21-2
Manufacturer	Mitsubishi
Output	15,000kW
Gearbox	
Number	1
Type	Double-reduction, tandem articulated
Manufacturer	Mitsubishi
Output speed	94rev/min
Propeller	
Material	Nickel-aluminium-bronze
Designer/manufacturer	Nakashima Propeller Co Ltd
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	7m
Speed	94rev/min
Steam-turbine driven alternators	
Number	2
Turbine make/type	Mitsubishi/AT42CT-B

Output/speed	2 x 2630kW/1800rev/min
Alternator make	Nishishiba
Output/speed	2 x 2500kW/180rev/min
Diesel-driven alternator	
Number	1
Engine make/type	Yanmar/6N330L-GV
Type of fuel used	MDO
Output/speed	2630kW/720rev/min
Alternator make/type	Nishishiba
Output/speed	2500kW/720rev/min
Boilers	
Number	2
Type	Two drum, water tube
Type of fuel used	HFO, boil-off gas
Make	Mitsubishi
Output	2 x 36tonnes/h
Cargo tanks	
Number	4
Construction	GTT Mk III membrane system
Cargo pumps	
Number	8
Type	Electric submerged
Make	Ebara
Stainless steel	Yes
Capacity	8 x 1000m ³ /h
Cargo/ballast control systems	
Make	JRCS Corp
Type	SMS-32K integrated monitoring and control
Complement	
Officers	10
Crew	20
Spare	8
Suez/repair crew	6
Stern appendages	
Make/type	USC/Super-Stream Duct and Surf Bulb
Bow thruster	
Make	Kawasaki
Number	1
Output	2000kW
Bridge control/integrated navigation system	
Make	Furuno
One man operation	Yes
Fire detection system	
Make	Consilium/Nittan Marine
Type	NSAC-1
Radars	
Number	2
Make	Furuno
Models	FAR-2827, FAR 2837-S
Incinerator	Sunflame OSV600 SDAI
Waste compactor	Electrolux TT-100
Shredder/crusher	Electrolux 520-MC60
Sewage plant	Hamworthy ST3A
Contract date	31 July 2004
Launch/float-out date	28 April 2006
Delivery date	21 June 2007





CORAL ENERGY: dual-fuel LNG carrier

Shipbuilder: **Neptun Werft**
 Vessel's name: **Coral Energy**
 Hull No: **S665**
 Owner/operator: **Anthony Veder Chartering B.V**
 Country: **The Netherlands**
 Designer: **Neptun Werft**
 Country: **Germany**
 Flag: **Dutch**
 IMO number: **9617698**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

THE liquefied natural gas (LNG) carrier *Coral Energy* was launched in December 2012 from German Shipyard Neptun Werft and delivered to Anthony Veder.

This ship is world's first direct driven dual-fuel ice-class 1A LNG carrier. The development of the ship started in 2010 for client Skangass, Scandinavia's natural gas provider, for distribution of LNG in Scandinavia. Skangass was looking for a small to medium scale LNG carrier that would be able to carry out this task.

The suitable vessel size, depending on their plant and terminal demands, was determined after a process of logistical optimisation. With *Coral Energy* Skangass and Anthony Veder make it possible to deliver LNG in an environmentally friendly way as a cleaner energy source, to remote places and to smaller terminals where the LNG can be used as a bunker fuel for other ships, power generation or retail distribution.

One of the innovations applied on the vessel is the direct drive dual-fuel engine. In this way the propulsion system is efficient and with LNG as marine fuel the propulsion provides an eco-friendly ship operation. Besides this aspect, the vessel is an educational platform for Dutch seafarers on knowledge of LNG as cargo and as marine fuel.

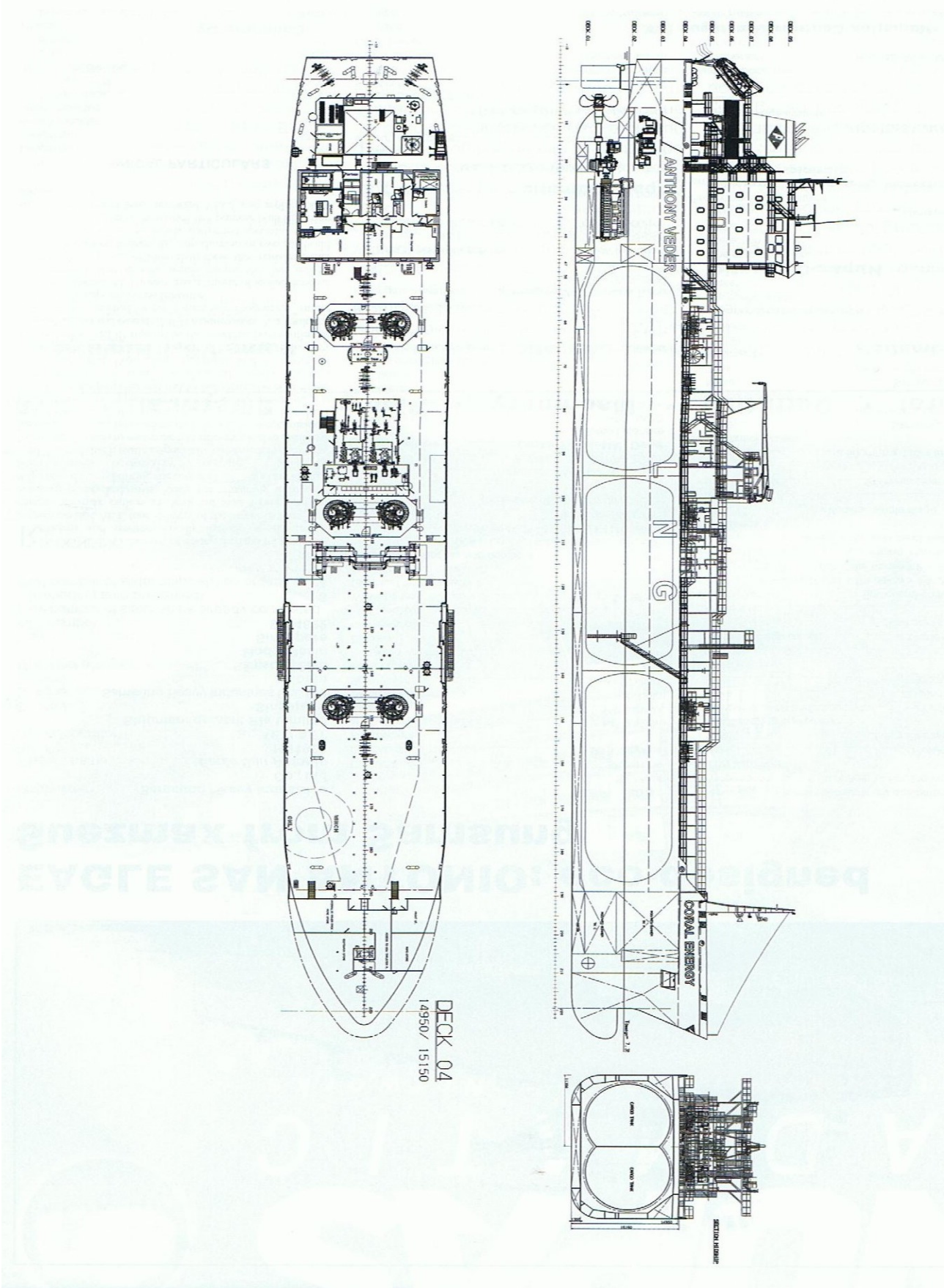
Due to the vessel's size and the innovative compatibility package developed in-house, the ship is able to load LNG at all world scale terminals. The ship has the ice-class 1A notation, which opens possibilities for remote communities in the Nordic region.

This gas tanker has an overall length of 156m and a breadth of 22,70m as well as a cargo capacity of 15,600m³ LNG, which is cooled during transport up to minus 164° C. Coral Energy is equipped with low-emission gas propulsion that meets the highest environmental standards.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 154.95m
 Length bp: 146.67m
 Breadth moulded: 22.70m
 Depth moulded:
 To main deck: 14.95m
 Draught:
 Ballast: 5.19m
 LNG: 7.35m
 Summer: 8.45m
 Deadweight:
 LNG draught: 8,710dwt
 Summer draught: 12,250dwt
 Speed, service: 15.80knots
 Cargo capacity:
 Liquid Volume: 15,600m³
 Bunkers:
 Heavy oil: 1,400m³
 Diesel oil: 150m³
 Water ballast: 4,908m³
 Classification society and notations: BV I *Hull, *MACH, *AUT-UMS Liquefied gas carrier, Unrestricted navigation, Ice Class 1A, MON SHAFT, CLEANSHIP 7+, SYS NEQ-1, AVM-DPS, Inwatersurvey, Green Passport Liquefied Gas Carrier Type 2G/IER S.P 4.2 barg/I.R. -163°C
 Main engines:
 Design: Wärtsilä
 Model: 8L50DF
 Manufacturer: Wärtsilä
 Number: 1
 Type of fuel: Natural gas, HFO, MGO
 Output of each engine: 7,800kW x 514rpm
 Propellers:
 Material:
 Designer/manufacturer: Wärtsilä

Number:
 Fixed/controllable pitch: Controllable
 Diameter:
 Speed: 51
 Diesel-driven generators:
 Number:
 Engine make/type: Wärtsilä 6L
 Type of fuel: Natural gas
 Output/speed of each set: 1,056kw x 1,200rpm
 Other cranes:
 Number:
 Tasks: Hose handling, provision
 Performance: 5tonnes x 18.5m, 4tonnes x 18.5m
 Mooring equipment:
 Number:
 Make: Rolls-Royce
 Type: Hydraulic
 Special lifesaving equipment:
 Number of each and capacity: 1 x 30person, 6persons, 3 x lifeline
 Type: free-fall, rigid boat with inboard engine
 Cargo tanks:
 Number:
 Grade of cargo carried: Methane, Liquefied Natural Gas (LNG)
 Coated tanks: Tank type
 Cargo pumps:
 Number:
 Make/type: Hamworthy, Deere
 Capacity: 270
 Complement:
 Officers:
 Crew:
 Passengers:
 Total:
 Number of cabins:
 Bow thruster:
 Make: Verheer
 Number:
 Output:
 Launch/float-out date: 30 September
 Delivery date: January





DAPENG SUN: first Chinese-built LNG carrier

Shipbuilder: Hudong-Zhonghua Shipbuilding (Group) Co Ltd (China State Shipbuilding Corp), People's Republic of China
 Vessel's name: Dapeng Sun
 Hull number: H1308A
 IMO number: 9308479
 Owner/technical manager: Yue Peng LNG Shipping Co Ltd, Hong Kong/China LNG Shipping (International) Co Ltd (CLSICO), Hong Kong
 Flag: Hong Kong
 Total number of sister ships already completed: Nil
 Total number of sister ships still on order: 4

DAPENG SUN is another product of the burgeoning Hudong-Zhonghua Shipyard in Shanghai but this ship's most notable claim to fame is as the first LNG carrier to be built in China. It is the lead ship of a series of five, constructed in collaboration with the former Alstom Atlantique shipyard at St Nazaire (now operating as part of STX Europe), one of the pioneers of large-capacity LNG carrier construction.

Destined for operation between the North West Shelf LNG export facility at Withnell Bay, near Dampier in Western Australia, and China's first gas receiving terminal at Dapeng, Guangdong province, the vessel has entered service with a complex joint venture ownership network, involving participants in the North West Shelf project, COSCO Dalian, the Chinese LNG industry, and Hong Kong based shipowners. Shell International carried out shipyard supervision, and the technical management company (CLSICO) includes BP Shipping in its organisation.

Cargo is carried in four tanks contained within a complete double side/bottom/bulkhead structure with topside tanks, the inner line of which is carried up to form the side of a nearly full length upper deck trunk. Gas is transported at temperatures of -163°C and at near atmospheric pressure using a GTT NO96 containment system. This has primary and secondary membranes formed of Invar (36% nickel steel), in conjunction with other proven insulation materials to satisfy the required boil-off rate.

All cargo system components are subject to cryogenic temperatures, and handling is carried out using eight (two per tank) electric, stainless steel, submerged pumps each with a capacity of 1500m³/hour, and supplied from Spain by Ebara, along with four 50m³/hour spray pumps. Cargo and ballast operations are controlled by a Centrum CS3000 integrated automation system

installed by the Yokogawa Electric Corp.

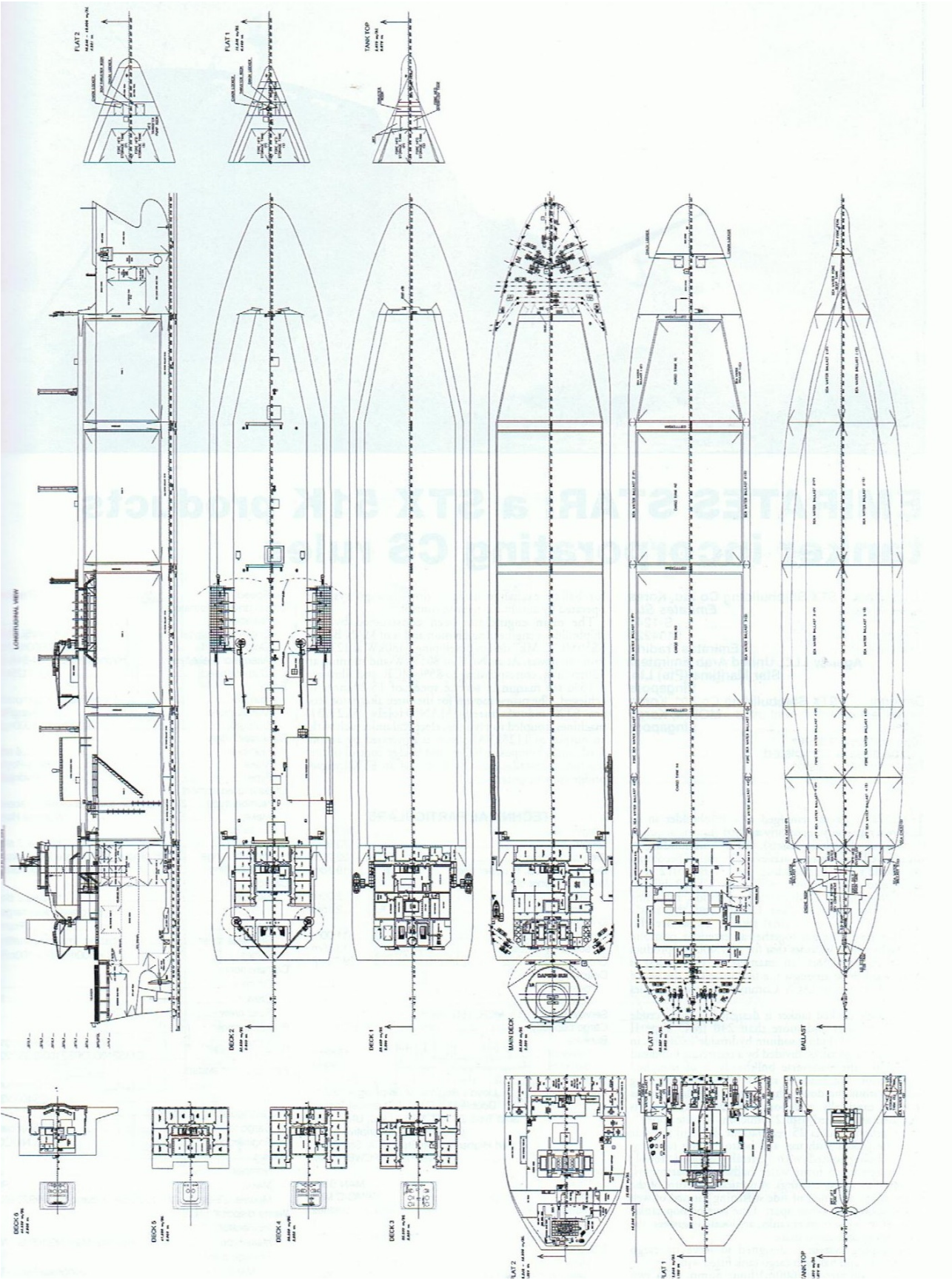
Dapeng Sun is fitted with a steam turbine machinery plant consisting of a UA-400 high pressure/low pressure set, including a cross compound, tandem articulated, double reduction gearbox, all supplied by Kawasaki. Mitsubishi provided two type MB-4E-KS2 water tube, internally superheated boilers, burning either HFO, low-sulphur grade HFO, or boil-off gases from the cargo to supply the turbine, which develops 27,300kW at 83rev/min. Service speed is recorded at 19.50knots at MCR, using a Mecklenburger Metallguss fixed pitch propeller.

Electrical supply comes from two Mitsubishi/ABB steam turbine-driven alternator sets each producing 3200kW at 1800rev/min. Two 2000kVA ABB alternators, driven by MAN diesel engines running on MDO, are also fitted. Enhancing manoeuvrability is a Kawasaki 2000kW bow thruster.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa 292.00m
 Length, bp 274.10m
 Breadth, moulded 43.35m
 Depth, moulded 26.25m
 Draught
 design 11.45m
 scantling 12.33m
 Gross 97,871gt
 Lightweight 31,739tonnes
 Deadweight
 design 83,050dwt
 Speed, service, MCR 19.50knots
 Cargo capacity 147,237m³ (100% full)
 Bunkers
 heavy oil 5011m³
 heavy oil (low sulphur) 490m³
 diesel oil 323m³
 Water ballast 54,762m³
 Classification American Bureau of Shipping +A1 (E), Liquefied Gas Carrier, Ship Type 2G, Membrane Type 0.25bar, -163°C, 500kg/m³, SH-DLA, SH-FL(40), SFA (40), SHCM, UWILD, +AMS, +ACCU, NBLES, HM3+R, ES & equivalent of LR LI, SCM, TCM, BWMP
 Main engine
 Design Steam turbine
 Model Kawasaki UA-400
 Manufacturer Kawasaki Heavy Industries
 Number 1
 Type of fuel used HFO/LNG (boil off)
 Output 27,300kW/83rev/min
 Gearbox
 Make Kawasaki
 Type Cross compound, tandem articulated, double reduction
 Propeller
 Material phosphor bronze
 Manufacturer Mecklenburger Metallguss
 Number 1
 Pitch Fixed

Diameter 8800mm
 Speed 83rev/min
 Steam turbine-driven alternators
 Number 2
 Turbine make/type Mitsubishi/AT42CT-B
 Alternator make/type ABB/-
 Output 2 x 3200kW/6600V
 Diesel-driven/alternators
 Number 2
 Engine make MAN
 Type of fuel used MDO
 Alternator make/type ABB/-
 Output 2 x 2000kVA/6600V
 Boilers
 Number 2
 Make/type Mitsubishi/MB-4E-KS2
 Output 2 x 65,000kg/h
 Mooring equipment
 Number 2 x windlass; 8 x mooring winch
 Make
 Type Electric
 Cargo tanks
 Number 4
 Grades of cargo LNG
 Containment system GTT NO96 with Invar
 Cargo pumps
 Number 8
 Type Electric, submerged
 Make Ebara International Corp
 Stainless steel Yes
 Capacity 8 x 1500m³/h
 Ballast/cargo control systems
 Make Yokogawa Electric Corp
 Type Centrum CS3000 integrated automation system
 Complement
 officers 19
 crew 13
 Bow thruster
 Make Kawasaki
 Number/type 1 x KT 219B
 Output 2000kW/270rev/min
 Bridge control system
 Make Furuno
 Type Integrated bridge system
 One man operation Yes
 Fire detection system
 Make Autronica
 Type Release 3 interactive fire alarm
 Fire extinguishing systems
 Cargo area Unitor dry powder
 Engine room Unitor Hi-Foam/Mariotti water spray
 Radars
 Number 2
 Make Furuno
 Model/s FAR 2827W; FAR28837SW
 Waste disposal plant
 Incinerator Deerberg Delta IRL-50
 Sewage plant Hamworthy SA4A
 Contract date 11 August 2004
 Launch/float-out date 28 December 2005
 Delivery date 3 April 2008





EXCELSIOR: first re-gasifying LNG carrier of the Energy Bridge concept

Builder: Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd, (DSME), Korea
 Name: *Excelsior*
 Number: 2208
 Operator: Exmar NV, Belgium
 Design establishment: DSME, Korea
 Mooring establishment: SSPA, Sweden
 Number of sister vessels: Belgium
 Ready completed: Nil
 Number of sister vessels on order: 2

THE ENERGY BRIDGE is the name given to an innovative concept introduced by Exmar, Energy, and DSME, which allows a tanker, led an LNG cargo in the conventional way, the cargo on board and discharge the high-pressure, at an offshore buoy or floating terminal, fed directly into the consumer grid system dedicated mooring arrangement and sub-sea thereby by-passing the need for a costly shore which would normally carry out this process. The so-called 'LNG re-gasification (re-gas) vessel' has been developed by DSME from its 8,000m³ capacity LNG tanker design (*Berge Efficient Ships of 2003*), to which has been added facilities and an internal turret for sub-sea mooring and weather-vane mooring. That basis is a double hull containing four prismatic tanks separated by cofferdams. They extended the upper deck to form a trunk, and were in accordance with the conventional GTT membrane containment system.

When retained, but, because the LNG RV will be under partially filled tank conditions cargo sloshing, especially when moored to a fixed supporting structure, has been reinforced in the new ship. Cargo handling mode also remains as before, using eight 1700m³/h electric pumps mounted in pump rooms in the four tanks and capable of discharging a full liquid cargo in 12 hours: high- and low-pressure pumps, main and forcing vaporisers, and steam up heaters are also included in the

LNG RV role, additional equipment has been added: three 620m³/h feed pumps in tanks 2, 3 and 4; a re-gas process, comprising six sets of high-pressure pumps and vaporisers, arranged

three each, port and starboard, above No 1 tank. The normal re-gasification capacity is 500mmscfd (500 million standard cubic feet per day), ensuring that a full 138,000m³ cargo can be converted to high-pressure natural gas in five-to-six days.

Discharge is effected either through P&S deck manifolds or, more particularly, in line with the Energy Bridge concept, via a submerged turret mooring and offloading (STL) system, employing a turret installed at the bow. A buoy is moored to the sea bed at the terminal and this is pulled into, and secured to, the turret's mating cone in the ship's bottom. A swivel in the turret allows the ship to weathervane without the aid of propulsion, and a quick-release feature is installed. During normal LNG transfer, the re-gas plant is depressurised, inerted, and segregated from the normal cargo piping.

Accurate manoeuvring and positioning at the STL mooring buoy is a necessary component of the operation, and a differential GPS system has been installed which can place the mating cone within some 2m of the buoy. Assisting this manoeuvre is an acoustic position-reference system (APRS), using acoustic transceivers and transponders to monitor the buoy position. Two 1500kW bow thrusters, and one 2000kW stern unit, are also installed.

A Kawasaki 26,650kW steam turbine propulsion unit is fitted, supplied by two boilers burning fuel oil or boil-off gas. Three 3600kW steam turbine-driven generators and a 3700kW diesel set (all slightly larger than on *Berge Everett*) satisfy electrical requirements.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, overall	277.00m
Length, bp	266.00m
Breadth, moulded	43.40m
Depth moulded	
to upper deck	26.00m
to sunken mooring deck, aft	21.26m
Width of double skin	
side	2.21m
bottom	3.20m
Draught	
design	11.50m
scantling	13.20m
Gross	93,800gt
Deadweight	
design	68,130dwt
scantling	76,130dwt
Speed, service, 90% MCR, 21% sea margin	19.10knots
Cargo capacity	138,000m ³
Bunkers	
heavy oil	5700m ³
diesel oil	350m ³
Water ballast	51,000m ³

Fuel consumption, main engine only 170tonnes/day
 Classification Bureau Veritas 1 + Hull, + Mach, Liquefied Gas Carrier, Ship type 2G (Membrane tank, 0.25bar, -163°C, 500kg/m³), Unrestricted Navigation, + VeriSTAR-Hull, + AUT-UMS, + SYS-NEQ-1, SPM/STL, IWS

Steam turbine
 Design Kawasaki Heavy Industries
 Model UA-360
 Number 1
 Type of fuel used HFO and boil-off gas
 Output/speed 26,650kW/88rev/min

Propeller
 Designer/manufacturer
 Material Nickel-aluminium-bronze
 Number 1
 Pitch Fixed
 Speed 88rev/min

Steam turbine-driven alternators
 Manufacturer
 Number 3
 Output, each set 3600kW

Diesel-driven alternator
 Manufacturer, diesel engine
 Manufacturer, alternator
 Number 1
 Output 3700kW

Boilers
 Number 2
 Manufacturer
 Type vertical, two-drum water tube
 Output 2 x 68,000kg/h

Mooring equipment
 Number 9 x mooring winch
 Lifesaving equipment
 Number/type 2 x 40-person lifeboats, totally enclosed

Cargo tanks
 Number 4
 Grades of cargo carried LNG

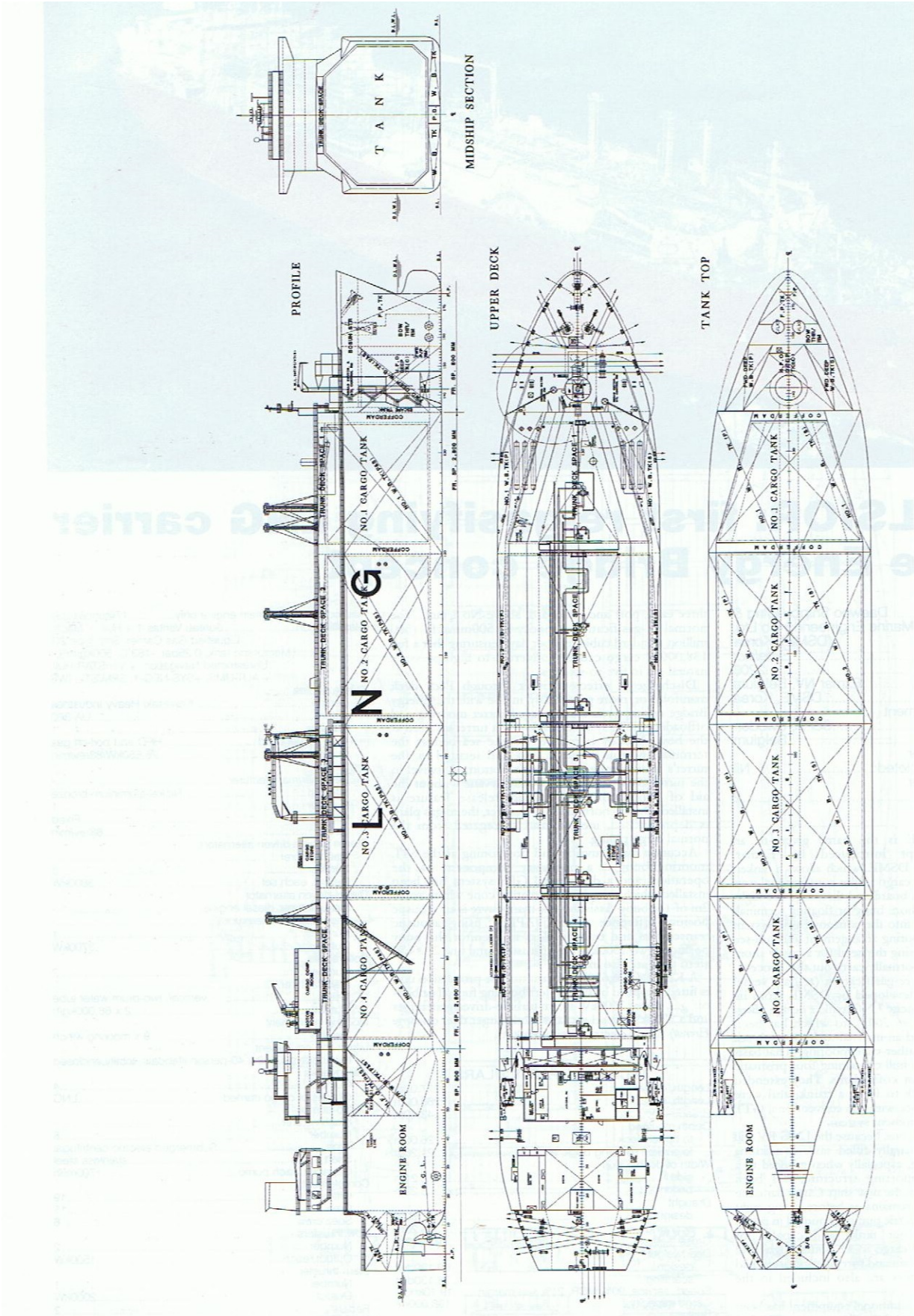
Cargo pumps
 Manufacturer
 Number 8
 Type Submerged electric centrifugal
 Shaft stainless steel
 Capacity, each pump 1700m³/h

Complement
 Officers 19
 Crew 15
 Suez crew 6

Bow thrusters
 Number 2
 Output, each 1500kW

Stern thruster
 Number 1
 Output 2000kW

Radars 2
 Contract date 13 March 2002
 Launch/float-out date 15 November 2003
 Delivery date 14 January 2005





EXPRESS: LNG re-gasification vessel from Daewoo

Shipbuilder: **Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
Vessel's name: **Express**
Hull No: **2263**
Owner/Operator: **EXMAR**
Country: **Belgium**
Designer: **Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
Model test establishment used: **SSPA**
Flag: **Belgium**
Total number of sister ships already completed
(excluding ship presented): **1**
Total number of sister ships
still on order: **3**

Express, a 74,700dwt LNGRV (liquefied natural gas re-gasification vessel) was delivered by Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd. (DSME) to EXMAR Marine NV of Belgium on May 11, 2009. *Express* is jointly owned by EXMAR and US company Accelerate Energy and is on a 25-year charter to Accelerate Energy. At the time of delivery *Express* was the fourth LNGRV in EXMAR's fleet.

fourth LNGV in EXARMS fleet.

LGNRVs are independent of shore-based re-gasification facilities, being capable of re-gasifying LNG onboard and delivering it directly into the distribution system. *Express* can discharge re-gasified liquid natural gas through a high pressure shore manifold connection or to a subsea pipeline through an internal turret arrangement connected to an offshore mooring buoy. The vessel can also operate as a conventional LNG vessel discharging to a shore-based re-gasification facility.

Express has a continuous upper deck with aft sunken deck, a raked stem with bulbous bow and a submerged turret unloading system, a transom stern with open water type stern frame, a semi balanced rudder and a fixed pitch propeller driven by a cross compound type marine steam turbine. The cargo area is of the double-hull type with a double bottom. Cofferdams are located forward and after part of cargo area and between cargo tanks. Cargo is carried in four centre cargo tanks with the Gaz Transport & Technigaz membrane containment system ("GT NO 96 E-2").

The re-gasification plant, consisting of a number of high pressure pumps, vaporisers, heaters and other equipment is provided in way of No. 1 cargo tank. A SCR (Selective Catalytic NOx Reduction) system is provided for two main boilers and one auxiliary boiler in order to reduce the NOx level.

TECHNICAL PARTICULARS

TECHNICAL PARTICULARS	
Length oa:	291.0m
Length bp:	280.0m
Breadth moulded:	43.4m
Depth moulded	
to main deck:	26.0m
to upper deck:	32.95m
Width of double skin	
side:	2.211m
bottom:	3.2m
Draught	
scantling:	12.4m
design:	11.6m
Gross:	100,300gt
Displacement:	117,300tonnes
Deadweight:	
Design:	74,700dwt
Scantling:	83,200dwt
Speed, service:	19.2knts
	(90% MCR with 21% sea margin)
Cargo capacity:	
Liquid volume:	151,000m ³
Bunkers:	
Heavy oil:	5906m ³
Diesel oil:	480m ³
Water ballast:	55,000m ³
Daily fuel consumption:	
Main engine only:	170.3tonnes/day
Classification society and notations:	Bureau Veritas; +HULL +MACH, Liquefied gas carrier/LNG Ship Type 2G (membrane tank, 0.25 bar -163C, 500kg/m ³) unrestricted navigation, +VenSTAR Hull, AUTUMS, +SYS-NEQ-1, SPM/STL, INWATERSURVEY, MON-SHAFT.
% high tensile steel used in construction:	0.2%
Main engine:	
Design:	Cross compound, marine steam turbine
Model:	UA 360
Manufacturer:	KHL
Number:	1
Output:	MCR: 26,480kW/88rev/min

Gearbox: KHI
Make:
Number: 1
Output speed: 88rev/min
Propeller:
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: Hyundai
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 8.5m
Speed (NCR): 85rev/min
Special adaptations: Class I of ISO 484/1 and class S of ISO 484/1

Turbine driven alternators:
Number: 3
Turbine make/type: MHI/Multi-stage high efficiency turbine AT42CT
Alternator make/type: HH/Self-excited, brushless
Output/speed of each set: 3700kW/1800rev/min

Diesel driven alternators:
Number: 1
Engine make/type: Wartsila 12V32DF / 4-stroke, dual fuel burning
Type of fuel: MDO/Fuel gas
Output: 4020kW

Boilers
Number: 2
Type: Vertical, 2-drum, water tube type
Make: MHI
Output, each boiler: 71,000kg/hour x 6.03MPa

Cargo cranes:
Number: 2
Make: TTS Marine Crane AS
Type: Electro-hydraulically driven
Performance: 12tonnes (SWL) x 12m/min.

Other cranes
Number: 2
Make: TTS Marine Crane AS
Type: Electro-hydraulically driven,
Tasks: Engine spare part & provision handling
Performance: 12tonnes (SWL) x 10m/min.

Moorings equipment
Number: 2 windlasses + 7 mooring winches
Make: TTS KOCKS GMBH
Type: Electro-hydraulically driven, high pressure type

Special lifesaving equipment:
Number of each and capacity: 2 x 40persons
Make: UMOE Scharf-Harding
Type: Totally enclosed type (FRP)

Cargo tanks
Number: 4
Stainless steel: SUS 316L for cargo system

Cargo pumps
Number: 8
Type: Cryogenic centrifugal
Make: Ebara
Materials: Aluminium alloy casing and impeller
Capacity (each): 1700m³/h

Cargo control system
Make: Honeywell
Type: Central computerised system

Ballast control system
Make: Honeywell
Type: Central computerised system

Complement
Officers: 18
Crew: 15

Bow thrusters:
Make: Brunvoll As
Number: 2
Output (each): 1500kW

Stern thrusters:
Make: Brunvoll As
Number: 1
Output: 2000kW

Submerged Turret Unloading (STL)
Make: Advanced Production & Loading AS
Number: 1
Capacity: Approx. 500 MMSCD

Bridge control system
Make: KHI
Type: UA 360
Is bridge fitted for one-man operation? Yes
Fire detection system
Make: Constium
Type: Addressable

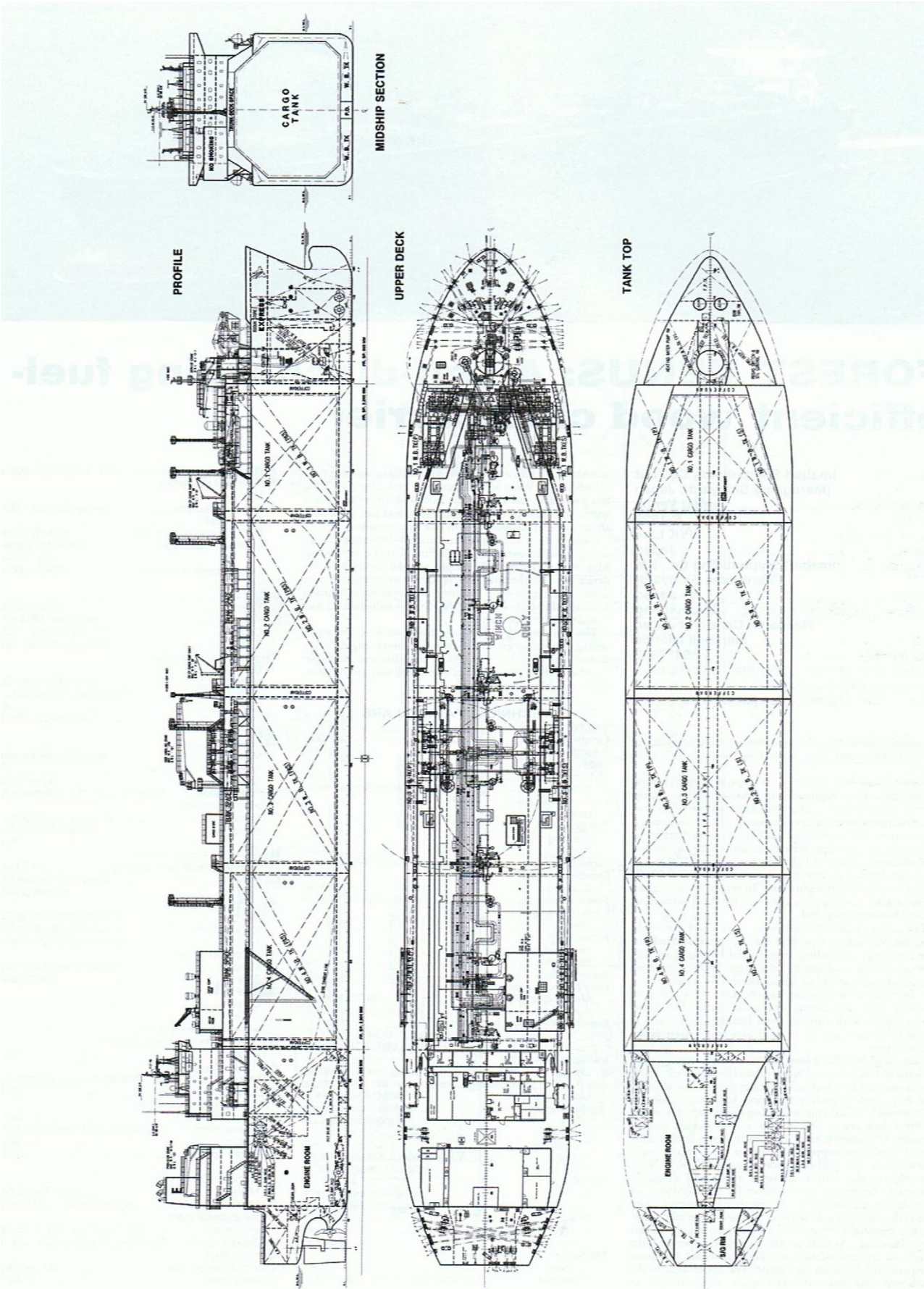
Fire extinguishing systems
Cargo holds: None
Engine room: High expansion foam system / Kashiwa
Cabins: Portable fire extinguishing system
Public spaces: Portable fire extinguishing system

Radars
Number: X-band(one set) & S-band(one set)
Make: SAM Electronics
Model(s): Chart radar 1100

Integrated bridge system:
Make: SAM Electronics
Model: Chart pilot 1100

Waste disposal plant
Incinerator: Kangrim KEI-70SDA
Sewage plant: Jonghap AERPB-18

Contract date: 10 January 2006
Launch/float-out date: 21 June 2006
Delivery date: 11 May 2007





MAERSK QATAR: 145,600m³ LNG carrier for RasGas project

Shipbuilder:.....Samsung Heavy Industries Co Ltd, Korea
 Vessel's name:.....Maersk Qatar
 Hull number:.....1562
 IMO number:.....9321732
 Owner/operator:.....AP Møller-Maersk Group, Denmark
 Designer:.....Samsung Heavy Industries Co Ltd, Korea
 Model test establishment used:.....Samsung Ship Model Basin, Korea
 Flag:.....Danish International Shipping Register
 Total number of sister ships already completed:.....11 (different owners)
 Total number of sister ships still on order:.....7

THE diversity of the Møller-Maersk Group is difficult to measure, but some idea of its extent is demonstrated in this edition of *Significant Ships* where four of this leading owner's newbuildings are featured, including the largest container ship in the world, together with this vessel - one of the largest LNG tankers in service, alongside two 'baby-size' box ships. Equally, Samsung can point to its own varied output, and a rise to becoming a world leader in LNG carrier design in just seven years since delivering the first ship of this type.

Maersk Qatar is a development of Samsung's standard design, which conforms closely to what has become an industry 'norm', offering around 140,000m³ capacity. In fact, *Maersk Qatar*, with some slight 'tweaking' of length and beam over earlier ships, will load nearly 6000m³ more than that, in its operations on the RasGas project.

The design features a double-skin hull with side spaces joined with top and bottom wing tanks arranged to carry water ballast. These enclose four individual cargo tanks, separated by cofferdams, and constructed in accordance with the Gaz Transport and Technigas (GTT) Mk 3 containment system for the carriage of LNG cargoes at cryogenic temperatures (-163°C).

These tanks extend above the upper deck and are enclosed in a trunk which also provides access passages forward and aft. The containment system, which is designed to limit the daily boil-off rate to 0.15% cargo volume, is complemented by three Ebara 1700m³/h electric submersible pumps, capable of discharging cargo in 12 hours, following pre-cooling by LNG spray.

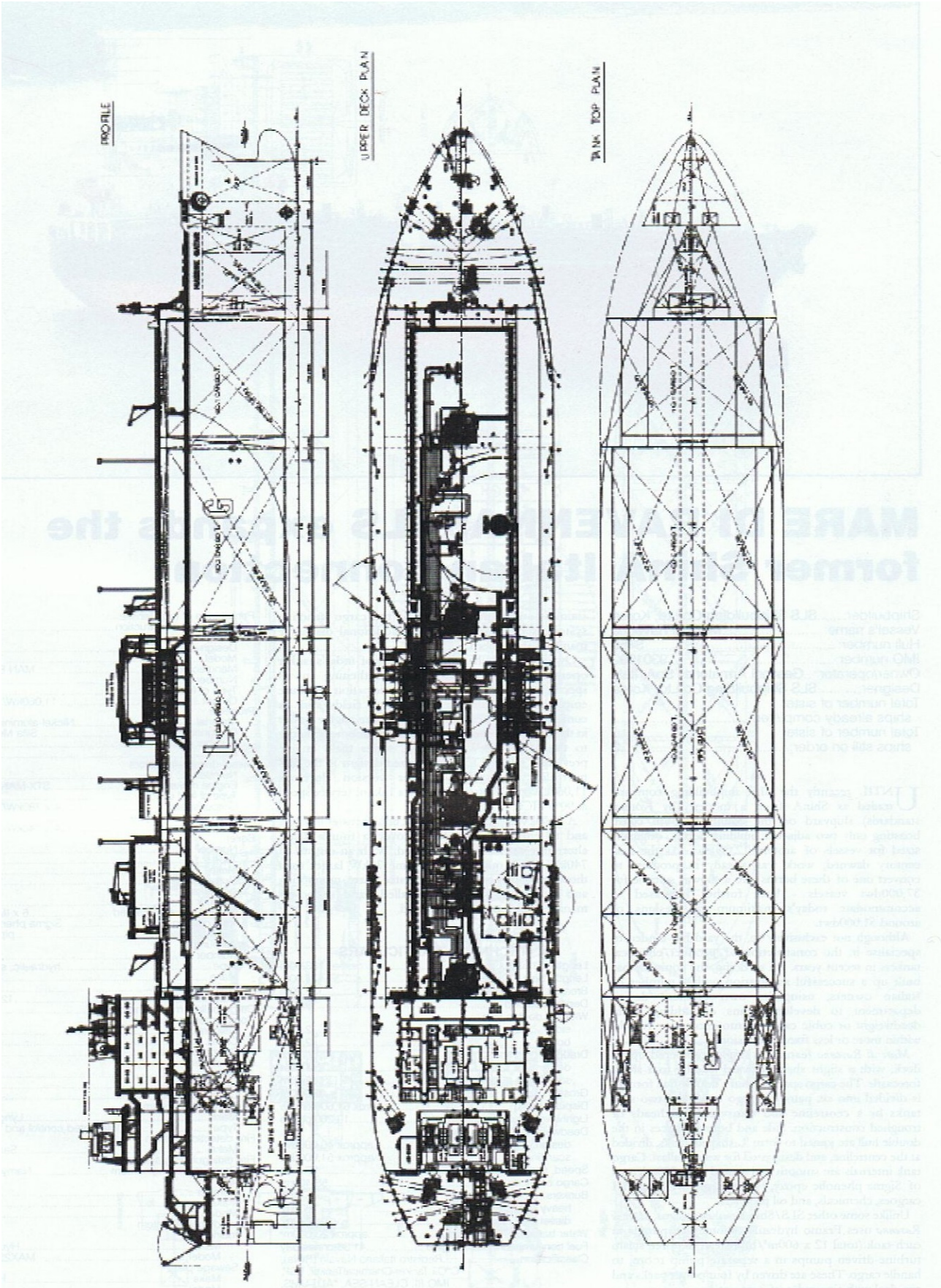
Despite the fact that it does hold contracts for both low-speed diesel and diesel-electric-powered LNG tankers, Samsung has retained the 'traditional' steam turbine propulsion system for *Maersk Qatar*. This makes

use of a Kawasaki UA400, cross-compound, direct-reversible, impulse-type unit developing 29,050kW and driving an FP propeller at 90rev/min for a service speed of 20.6knots. A double-reduction, articulated gearbox is integrated with the main turbine. Two 3450kW steam turbine-driven alternators are installed, and there is also a diesel set with the same output. Steam is produced in two watertube boilers arranged to burn either oil fuel or boil-off gases.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa.....	approx 263.00m
Length, bp.....	approx 270.00m
Breadth, moulded.....	43.40m
Depth, moulded.....	26.00m
to main (upper) deck.....	32.80m
to trunk deck.....	2.53m
Width of double skin.....	3.10m
side.....	11.40m
bottom.....	12.00m
Draught.....	12.40m
design.....	96,508gt
summer.....	102,000tonnes
scantling.....	30,740tonnes
Gross.....	71,450dwt
Displacement (design).....	77,450dwt
Lightweight.....	81,450dwt
Deadweight.....	0.745
design.....	20.60knots
Block coefficient (design).....	145,600m ³
Speed, service, 85% MCR, design draught.....	7490m ³
Cargo capacity.....	440m ³
Bunkers.....	57,000m ³
heavy oil.....	171.7/tonnes/day
diesel oil.....	American Bureau of Shipping, +A1, E
Water ballast.....	Liquefied Gas Carrier, Ship Type
Fuel consumption, main engine.....	2G (Membrane Tank, max pressure 25kPaG,
Classification.....	min temp -163°C, SG 500kg/m ³),
	SH, SH-DLA, SHCM, SFA (40) +AMS, +ACCU,
	UWILD, PMS including CMS, NIBS,
	HM3+R with Descriptive Note: 'Slam Warning,
	Hull Girder Stress, Full VDM'
Percentage of high-tensile steel used in construction.....	approx 13%
Main engine.....	direct reversible steam turbine
Design.....	UA-400
Model.....	Kawasaki Heavy Industries
Manufacturer.....	1
Number.....	29,050kW
Output.....	2
Main boilers.....	
Number.....	

Type.....	Wat
Manufacturer.....	Kawasaki Heavy Inc
Output.....	2 x 66tc
Gearbox.....	Kawasaki Heavy Inc
Make.....	double-reduction, arti
Type.....	90
Number.....	90
Output speed.....	90
Propeller.....	Nickel-aluminium-
Material.....	Samsung/Nak
Designer/manufacturer.....	8
Number.....	90
Pitch.....	8
Diameter.....	90
Speed.....	2 x 3450kW/180C
Steam-turbine driven alternators.....	2 x 3450kW/180C
Number.....	STX-MAN/8L
Make/type.....	3664kW/72C
Type of fuel.....	Nis
Output/speed.....	3450kW/72C
Alternator type.....	4 x IMO Type 2 me
Output/speed.....	GTT Mk 3
Cargo tanks.....	submerged
Number.....	8 x 1
Cargo pumps.....	Saab Rot
Type.....	Kongsberg I
Make.....	41 plus 6 Su
Capacity.....	Kawasaki Heavy In
Custody transfer system.....	8
Integrated automation system.....	part of main turbine in
Complement.....	Consiliun
Bow thruster.....	High-pres
Make.....	Make
Number.....	Make
Output.....	Make
Bridge control system.....	Make
Make.....	Make
Type.....	Make
Fire detection system.....	Make
Make.....	Make
Fire extinguishing system.....	Make
Engine room.....	Make
Make.....	Make
Radars.....	Make
Number.....	Make
Make.....	Make
Model.....	Make
Integrated bridge system.....	Make
Make.....	Make
Model.....	Make
Contract date.....	Make
Launch/float-out date.....	Make
Delivery date.....	Make





MORNING AIR: Liquefied gas carrier built by Nakatani

Shipbuilder: ..Nakatani Shipbuilding Co., Ltd
 Vessel's name: **Morning Air**
 Owner/operator: **Trio Happiness S.A**
 Country: **Panama**
 Designer: **Nakatani Shipbuilding Co., Ltd**
 Country: **Japan**
 Model test establishment used: **Hiroshima University (towing tank)**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9523794**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **2**
 Total number of sister ships still on order: **0**

MORNING Air is the first in the series of three liquefied natural gas (LNG) carriers from Nakatani Shipbuilding Co., Ltd. to Japanese ship owner Trio Happiness, S.A. which was delivered in January. A further two sister vessels, *Morning Breeze* and *Morning Calm*, were completed in June and November and trade between Japan and China.

Morning Air is a double-hulled LNG carrier that is capable of carrying cargoes of propylene, propane, B/P mixture, n-butane, I-butane, butadiene, butylenes, vinyl chloride monomer (VCM), isoprene, pentanes and pentene. The vessel is fitted with two pressurising type liquefaction gas-tanks, which have a design pressure of 17.65bar.g and a design minimum temperature of 0°C. The liquefaction gas pump is controlled at the loading station installed on each tank, which is equipped with a pressure gauge and thermometer on the tank.

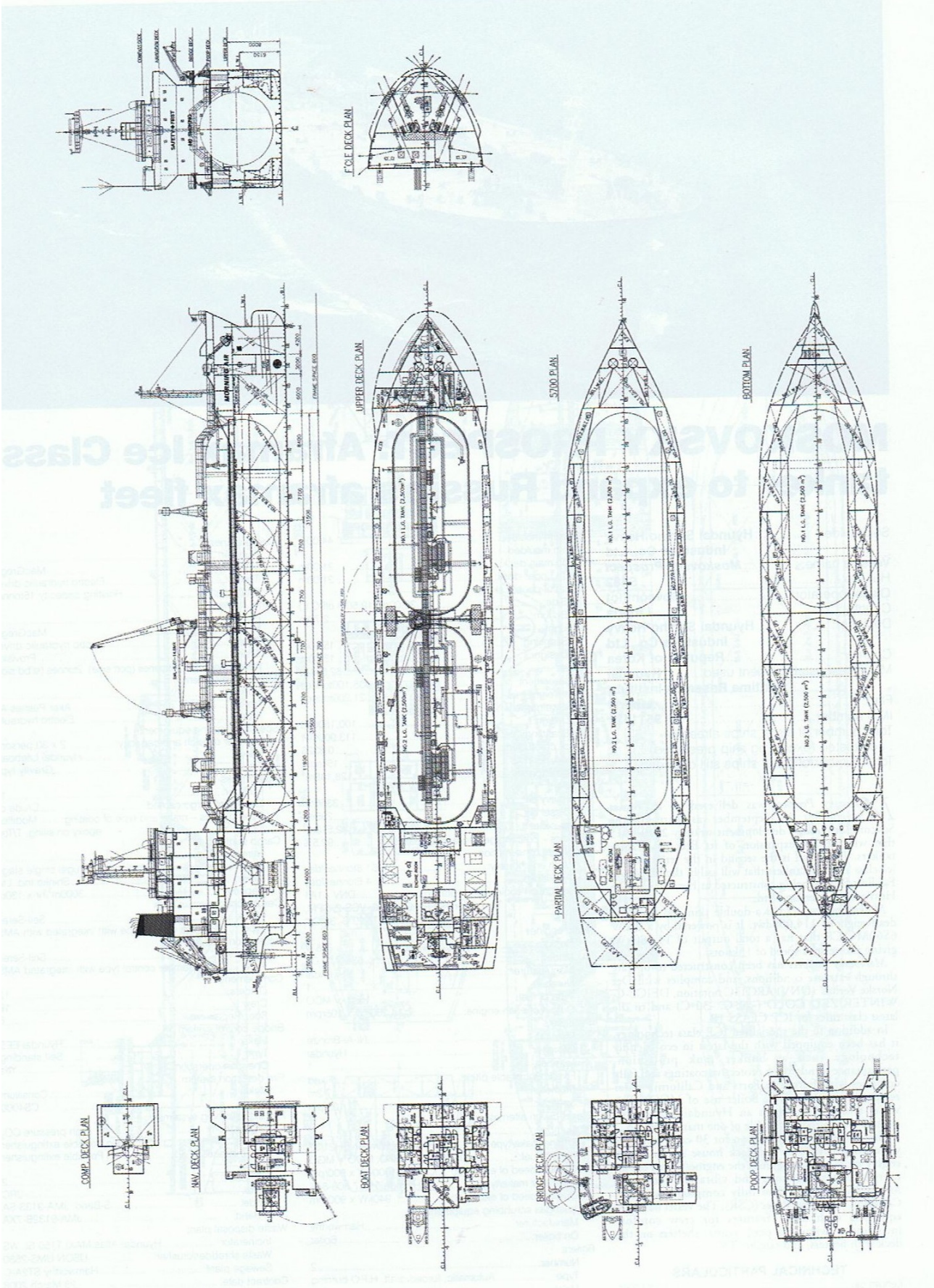
Morning Air is 99.98m in length overall with a breadth of 17.80m and depth of 8.00m and has a deadweight of 5200dwt, with VCM which is denser, being able to be fully loaded on to the vessel. *Morning Air* is powered by a B&W 5L35MC(MK6) with an output of 3250kW, giving the vessel a service speed of 13.5knots at 85%MCR with a 15% sea margin.

In the ship's office that is located on the poop deck house is an emergency stop switch for the cargo pump, the tank level gauge, pressure gauge and thermometer of each of the liquefied gas tanks. In addition the ship's office is also equipped with a control board of the explosive gas detector, the N2 gas generator, remote control valve and liquid level gauge of fuel oil tanks and water ballast tanks.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 99.98m
 Length bp: 95.00m
 Breadth moulded: 17.80m
 Depth moulded
 To upper deck: 8.00m
 Width of double skin
 Side: 1.10m
 Draught moulded
 Scantling: 6.15m
 Design: 6.15m
 Gross: 4410gt
 Deadweight
 Design: 5202dwt
 Speed, service: 13.5knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 5000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 682m³
 Diesel oil: 146m³
 Water ballast: 2100m³
 Daily fuel consumption: 12.8tonnes/day
 Classification society and notations: NK, NS*, LGC2PG, MNS*
 Main engine
 Model: Kawasaki B&W 5L35MC(MK6)
 Manufacturer: The Hanshin Diesel Works, Ltd
 Number: 1
 Type of fuel used: HFO
 Output of engine: 3250kW x 210rpm
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Manufacturer: Nakashima Engineering Ltd
 Number: 1
 Fixed/controlled pitch: Four blades fixed pitch, HSP type
 Diameter: 3.5m
 Diesel-driven alternators
 Number: 2
 Engine make/type: Daihatsu Diesel Mfg Co., Ltd/ 6DL-16A
 Type of fuel used: MDO
 Output/speed of each set: 440kW x 1200rpm
 Alternator make/type: Nishishiba Electric Co., Ltd
 Output/speed of each set: AC445V, 3PH, 60Hz, 500kVA(400kW)
 Boiler
 Number: 1
 Type: Vertical water tube composite boiler
 Make: Miura Protec Co., Ltd
 Output: 800kg/h x 0.69MPa
 Other crane
 Number: 1
 Type: Hydraulic deck crane
 Tasks: Cargo hose handling
 Performance: 5tonnes

Mooring equipment
 Number: 4
 Make: Yanase Tekko Co., Ltd
 Type: Electro-hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 20 person
 Make: Jiangyin Beihai LSA Co., Ltd
 Type: Fire-protected freefall
 Cargo tanks
 Type: IGC Type C, independent tank
 Tank volume: 2 x 2500m³
 Design vapor pressure: 17.65bar.g (18kg/cm².g)
 Design min. temperature: 0°C
 Manufacturer: Izumi Steel Works, Ltd
 Cargo pumps
 Type: Deepwell
 No. of sets: 2
 Capacity: 300m³/h x 120m at S.G.:0.650
 Manufacturer: Niigata Worthington Co., Ltd
 Cargo control system
 Liquid level & cargo tank pressure: Remote indication in the ship's office
 Manufacturer: Uzushio Electric Co., Ltd
 Ballast control system
 Make: MYK Trading Corporation
 Type: Valves and pumps: Remote control in ship's office
 Tank level: Remote reading in ship's office
 Complement
 Officers: 8
 Crew: 10
 Bow thrusters
 Make: Nakashima Propeller Co., Ltd
 Number: 1
 Output: 385kW
 Fire detection system
 Make: Toka Seiki Co., Ltd
 Type: Combustible gas detector
 Fire extinguishing systems
 Cargo tanks: Water spray system and fixed dry chemical fire extinguisher system
 Engine room: CO₂ fire extinguishing system
 Cabins: Hydrant and portable fire extinguisher
 Radars
 Number: 2
 Make: Japan Radio Co., Ltd
 Model: 19 inch, 30kW (SBand) JMA-5332-12
 19 inch, 25kW (xBand) JMA-5332-7
 Waste disposal plant
 Sewage plant: 1-Biological, 25 persons
 Waste oil incinerator: 1-Muira BGW-20N, 233kW
 Contract date: 20 April 2008
 Launch/float-out date: 4 November 2009
 Delivery date: 28 January 2010





NORGAS INNOVATION: Small LNG ship designed in Norway, built in China

Shipbuilder:Skaugen Marine Construction
(Taizhou Wuzhou Shipbuilding/
Shenghui Gas & Chemical Systems)
Vessel's name:Norgas Innovation
Hull No.:WZL 0601
Owner/Operator:Singco Gas Pte Ltd/
Norgas Carriers
Country:Singapore/Norway
Designer:Carl Bro / I.M.Skaugen
Country:Denmark / Norway
Model test establishment used:FORCE
Technology, Norway
Flag:Singapore
IMO number:9378278
Total number of sister ships already completed
(excluding ship presented):Nil
Total number of sister ships still on order:3

Norgas Innovation is the first of Skaugen's new Multigas carriers. This design has been developed with the small-scale LNG market in mind. The size of these vessels makes them ideal for small-scale LNG services, as they connect smaller customers and clusters of end users to traditional LNG supply chains.

Each Multigas ship is provided with two cylindrical International Maritime Organization (IMO) Type C pressure vessel cargo tanks and is built to the classic semi-refrigerated gas carrier design. In addition to LNG the vessels can carry a wide range of other liquefied gas cargoes including ethylene, LPG and vinyl chloride monomer (VCM). The ships' cargo-handling systems can also carry liquefied gases in either a fully refrigerated or semi refrigerated state and two grades of cargo can be transported simultaneously in a fully segregated manner. The tanks can handle carriage temperatures as low as -163°C, cargoes with densities up to 0.97tonne/m³ and carriage pressures as high as 5.2bar gauge.

Irrespective of the liquefied gas being carried, cargo boil-off gas on the Multigas ships will be re-liquefied by the cargo plant onboard and returned to the cargo tanks. When LNG is being carried an innovative Mini LNG plant will be utilised to reliquefy all LNG boil-off. The mini LNG plant's patented and licensed technology was developed by Skaugen in cooperation with SINTEF Energy Research in Norway. When ethylene or LPG is carried, the re-liquefaction duties will be handled by a newly developed, high-capacity cascade plant which is capable of cooling ethylene cargoes by 2.5°C per day in tropical waters. This system has been developed by Skaugen's own team in cooperation with designers based on the company's long experience with liquefied gas carriers.

Another key part of the cargo-handling equipment onboard is the gas combustion unit (GCU) which can function as a gas burner for gas-freeing operations or as back-up for pressure control.

In order to be able to load at conventional large scale LNG terminals, the Multigas ships are equipped with an additional elevated loading platform with a set of vapour and liquid manifolds to meet the working envelope of the LNG loading arms on the terminal's jetty. The principal manifolds on the ships are designed to accommodate the cargo transfer arrangements in place at smaller terminals.

The Multigas carriers are equipped with a nitrogen plant and deck tanks to enable the purging of cargo tanks and facilitate change of grade operations independent of shore facilities. The ship is able to load or discharge a full cargo in approximately 10 hours.

The ship's propulsion system consists of a diesel engine connected to a controllable pitch propeller. It is also provided with three auxiliary engines and a shaft generator. The shaft generator also provides a "take-me-home" capability in case of main engine or drive train failure.

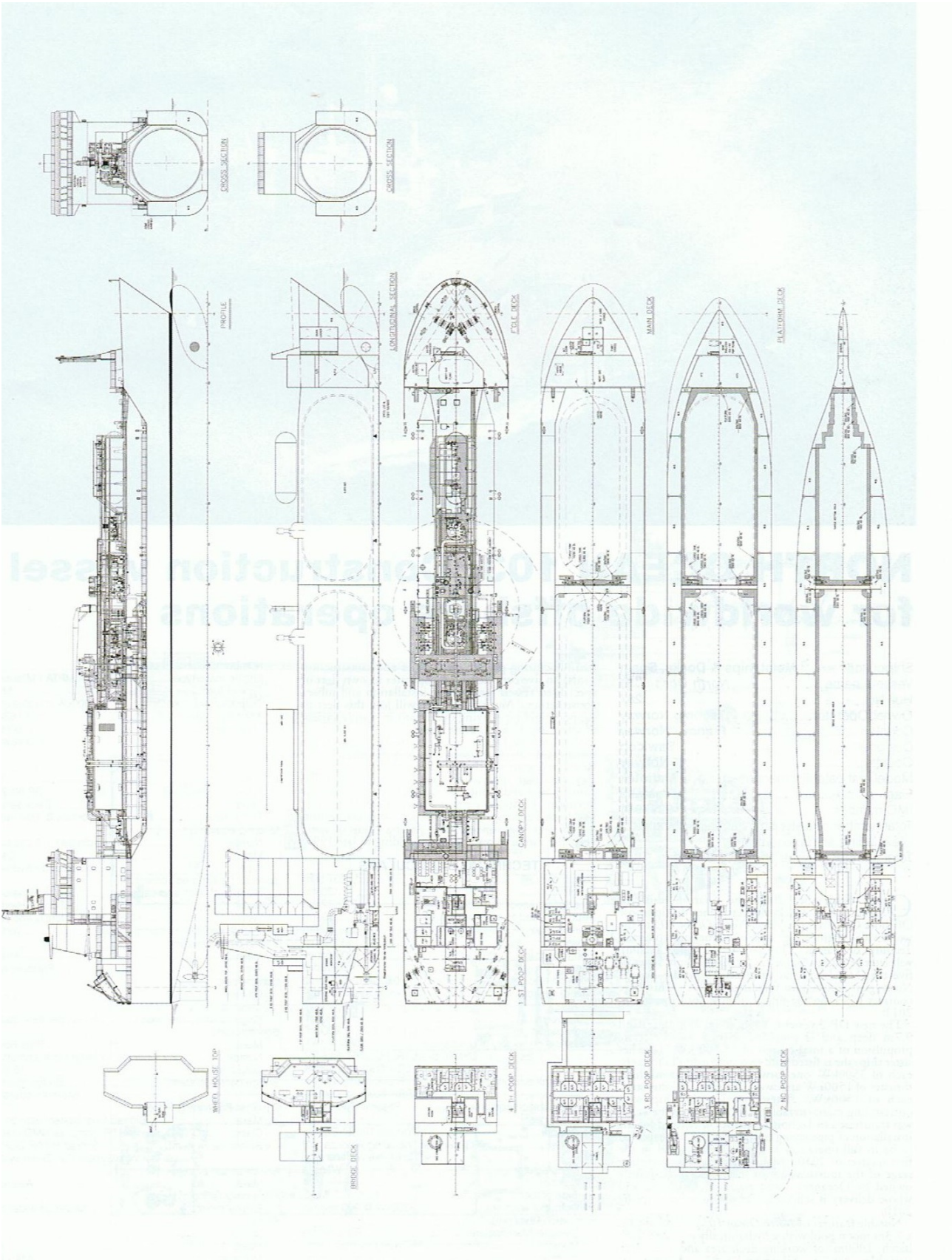
The service speed of the Multigas carriers is 16-17knots. Each Multigas ship is provided with a bow thruster and spade rudder with flap to ensure a high degree of vessel manoeuvrability.

The Multigas vessels are being built at privately-owned shipyards in China in close cooperation with I.M. Skaugen's own teams, while the core technology - the complete cargo containment system - is manufactured and installed by Shenghui Gas and Chemical Systems. All construction is being undertaken under the management, coordination and supervision of Skaugen Marine Construction. The vessels will be operated by Norgas Carriers.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa:137.10m
Length bp:127.16m
Breadth moulded:19.8m
Depth moulded to main deck:11.50m
Width of double skin
side:2.3m (approx.)
Draught
scantling:8.30m
design :6.70m
Gross:10,060gt
Deadweight:
design :6800dwt
scantling:10,600dwt
Speed, service:16.5knots @ 85%MCR
Cargo capacity:
Liquid volume:10,000m³
Bunkers (m³)

Heavy oil:1050m³
Diesel oil:180m³
Water ballast (m³):5800m³
Daily fuel consumption:
Main engine only:27tonnes/day
Auxiliaries:1.5 - 10tonnes/day
Classification society and notations:GL + 100 A5 E
Liquefied Gas Tanker Type - BWG
+ MC E AUT RI Inert IW BWM
Main engine:
Design:MaK
Model:7M43C
Manufacturer:Caterpillar MaK
Number:1
Type of fuel:HFO
Output of:7000kW @ 500rev/min
Propeller:
Designer/Manufacturer:Scania-Volva
Number:1
Fixed/Controllable pitch:CPP
Diameter:4.5m
Speed :145rev/min (approx.)
Main-engine driven alternators
Number:1
Make/type:AVK
Output:1900kW
Diesel-driven alternators
Number:3
Engine make/type:Caterpillar / 3508B
Type of fuel:MDO
Output:910kW
Cargo tanks
Number:2
Grades of cargo carried:Liquefied gases,
fully or semi-refrigerated
Product range :Includes VCM
(vinyl chloride monomer), LPG, ethylene and LNG
Stainless steel - structure/piping:304N
Cargo pumps:
Number:2
Type:Deepwell
Make:Svanhoj
Capacity (each):640m³/h + 380m³/h
Stern appendages/special rudders:Flap rudder
Bow thrusters:
Make:Brunvoll
Number:1
Output:700kW
Contract date :January 2006
Launch/float-out date :October 2008
Delivery date :January 2010





Shipbuilder: **Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Nagasaki Shipyard & Machinery Works, Japan**

Vessel's name: **Seri Balhal**

Hull No.: **2223**

Owner/Operator: **MISC Berhad**

Country: **Malaysia**

Designer: **Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.**

Country: **Japan**

Model test establishment used: **MHI Nagasaki R&D Center, Japan**

Flag: **Malaysia**

IMO number: **9331660**

Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **Nil**

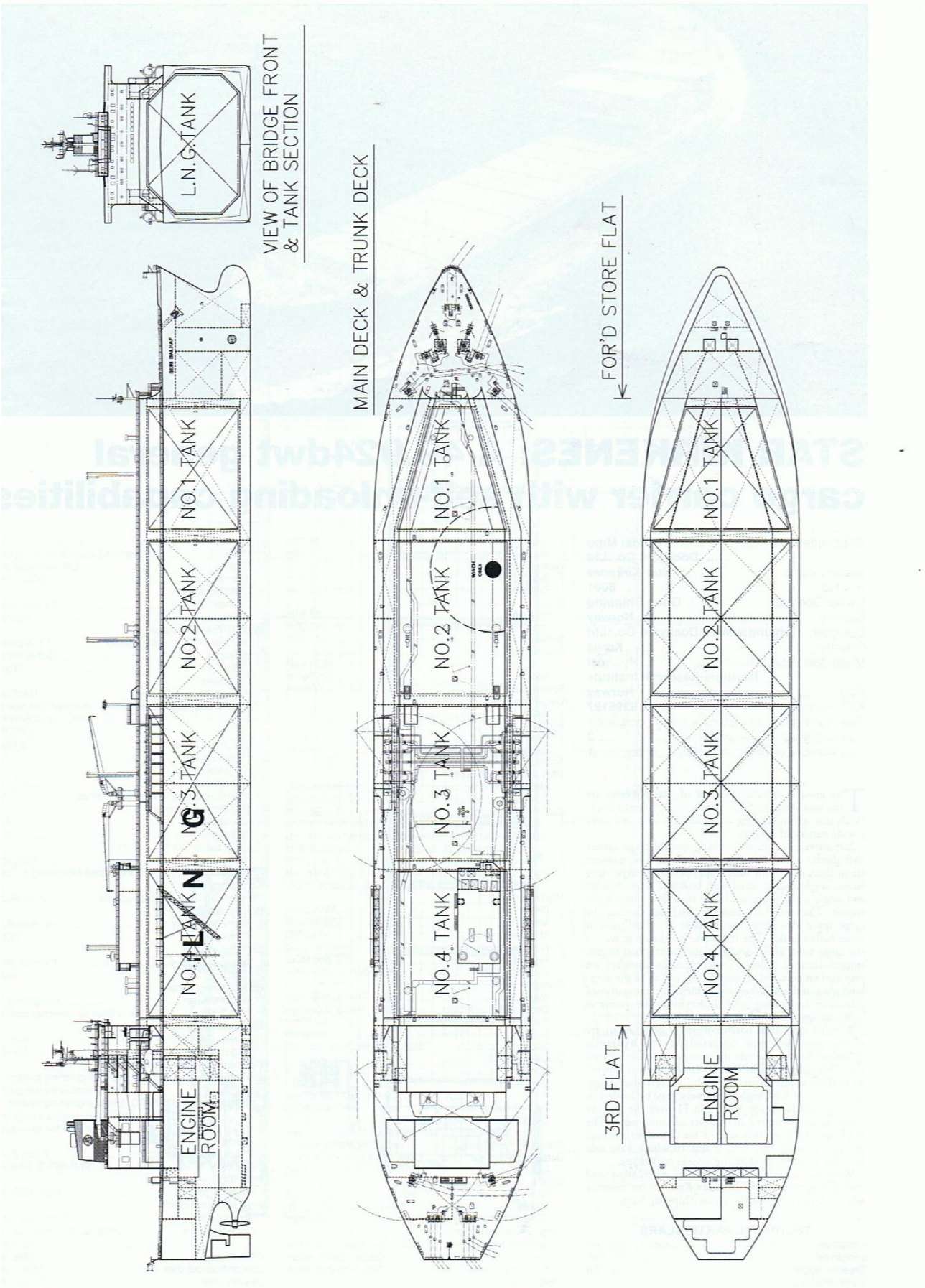
Total number of sister ships still on order: **Nil**

Propeller:
Material: Nickel aluminum I
Designer/Manufacturer: Mits
Heavy Industrie
Fixed/Controllable pitch: 1 x
Diameter:
Speed: 78.0r
Exhaust-gas scrubbing equipment:
Manufacturer: Aalborg Industrie
Type: ... Mono-pressure, forced circulation, fin tub
Boiler:
Number & type: 1 x Cylindric
Make: Aalborg Industrie
Output, each boiler: 90
Mooring equipment
Number: 2 x mooring winch/wir
7 x Mooring
Make: Friedrich Kocks
Type: Electro-hy

Special lifesaving equipment:
Number of each and capacity: 2 x 44 p
Make: Hyundai Life boats C
Type: FRP enclosed type C

Propulsion Electric Motor: 1 x 5700kW
Design & manufacturer: ABB
Number & model: 2 x AMZ 1120MS08 LSF
Gearbox:
Make: Renk
Number & model: 1 x NDSH-3920
Output: 24.750kW x 78.0rev/min

The propulsion plant consists of two electric propulsion motors and four Wartsila dual fuel engines (3 x 12V50DF plus 1 x 6L50DF). These dual fuel engines can run in MDO mode, burning diesel oil only, and in gas mode, burning mainly gas with diesel oil as a pilot fuel. In the gas mode the engines can use forced boil-off gas supplied as described above or natural boil-off gas generated in the cargo tanks. The natural boil-off gas is transferred to the engine room through a low duty gas compressor installed in the cargo machinery room.





SOYO: Eco-friendly LNG carrier

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **Soyo**
 Hull No: **HN1810**
 Owner/operator: **MINT/Teekay**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Ship Model Basin**
 Flag: **Bahamas**
 IMO number: **9475208**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **3**

Soyo is the first vessel in a series of four latest energy efficient liquefied natural gas (LNG) carriers to be delivered to global shipping operator Teekay. *Soyo* was delivered from Korean shipyard Samsung Heavy Industries in July.

The vessel features optimal terminal compatibility, for most of the worldwide LNG terminals with maximum cargo capacity. It also features higher criteria for vibration and noise compared with IMO A.468 & ISO 6954, with stability of structure (Satisfied North Atlantic base) and 40 years fatigue life based on the North Atlantic trading route. Adding to this the vessel has ES notation for Environmental Safety.

Soyo features a SAVER fin that enhances the vessels efficiency by creating better flow of water to the propeller. The SAVER fin's main purpose is to enhance the vessel's energy efficiency through the reduction of the vessel's power. The vessel's power performance will be improved by the pressure recovery effect on the aft body of the hull through flow control, on the aft body, which will be induced by the SAVER fin. Additionally, the SAVER fin has a positive effect on vibration performance.

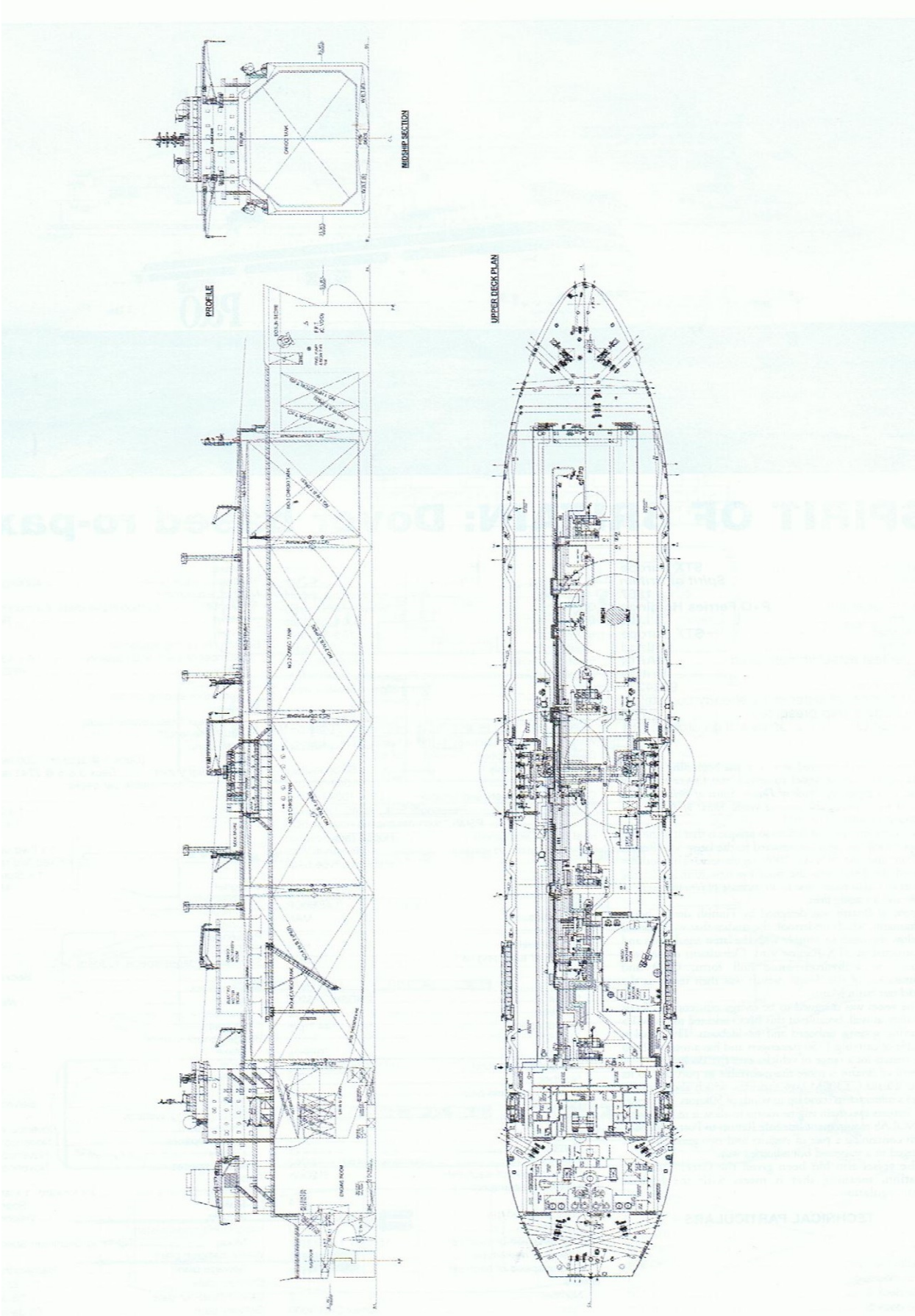
Adding to the vessel's green credentials the vessel has been fitted with three Wärtsilä-Hyundai 12V50DF and one 6L50DF engines that lowers the vessels NOx and SOx emissions. The Wärtsilä 50DF engine can operate with dual fuel (gas fuel mode and liquid fuel mode). Because the emissions (NOx and SOx) level in gas fuel mode is very low, this vessel can meet the IMO Tier II guidance with gas fuel operation without any additional system.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 285.357m
 Length bp: 274m
 Breadth moulded: 43.4m
 Depth moulded
 To main deck: 26.4m
 To upper deck: 26.4m
 To other decks: 33.82m (trunk deck)

Width of double skin
 Side: 2.36m
 Bottom: 3.1m
 Draught
 Scantling: 12.75m
 Summer: 12.15m
 Design: 11.75m
 Gross: 100,723m
 Displacement: 113,021tonnes (at Tsummer)
 Lightweight: 30,163tonnes
 Deadweight
 Design: 78,697dwt
 Scantling: 82,857dwt
 Block co-efficient (at Tdesign): 0.7595
 Speed, service: 21knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 160,518m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4762m³
 Diesel oil: 1490m³
 Water ballast: 54,993m³
 Tankers - percentage segregated ballast 100%
 Daily fuel consumption
 Main propulsion with 2000kW Hotel load: 142tonnes/day
 Classification society and notations: ABS, #A1 E,
 Liquefied gas carrier, Ship type 2G (membrane tank,
 Maximum pressure 25kPaG and minimum
 Temperature -163°C), SH, SH-DLA, SFA(40),
 RES, #AMS, DFD, GCU, CRC, #ACCU, UWILD,
 #APS, ES, SHOM, NIBS, PORT, POT, TCM
 Main engines
 Model: 3 x 12V50DF
 1 x 6L50DF
 Manufacturer: Wärtsilä-Hyundai Engine Company
 Number: 4
 Type of fuel used: Boil off gas, HFO, MGO
 Output of each engine: 11,400kW (12V50DF)
 5700kW (6L50DF)
 Gearboxes
 Make: Renk
 Model: NDSH-3900
 Number: 1
 Output speed: abt. 87rpm
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: MMG
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.6m
 Speed: 87rpm
 Bollers
 Number: 2
 Type: Oil fired marine boiler
 Make: Kangrim Heavy Industries
 Output, each boiler: 5000kg/h x 1MPa
 Cargo cranes
 Number: 2
 Make: Oriental Precision

Type: Electro-hydraulic driven,
 cylinder luffing type jib crane
 Performance: SWL 15tonnes
 Other cranes
 Number: 3
 Make: Oriental Precision
 Type: Electro-hydraulic driven,
 cylinder luffing type jib crane
 Tasks: Provisions & engine room
 equipment handling, CMR handling
 Performance: SWL 10tonnes
 Mooring equipment
 Number: 5860
 Make: Rolls-Royce
 Type: Low pressure hydraulic driven
 Cargo pumps
 Number: 8 (2 set for each cargo tank)
 Type: Centrifugal, single stage, submerged
 Make: Ebara
 Capacity: 1850m³/h x 155mlc
 Cargo control system
 Make: Seil-Series
 Type: Hydraulic remote control system
 Ballast control system
 Make: Seil-Series
 Type: Hydraulic remote control system
 Complement
 Officers: 26
 Crew 14
 Bow thrusters
 Make: Kawasaki
 Number: 1
 Output: 2000kW
 Bridge control system
 Make: Furuno
 Type: Piano type console
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: CS3000
 Fire extinguishing systems
 Cargo area deck space: Dry powder system/ Wilhelmsen
 Engine room: High expansion foam/ Wilhelmsen
 Cabins: Sea water fire extinguishing system
 Radars
 Number: 2
 Make: Furuno
 Model: FAR-2827W
 FAR-2827SW
 Integrated bridge system
 Make: Furuno
 Model: FEA-2807
 Waste disposal plant
 Incinerator: Hyundai Atlas/ Maxi 1500SL WS
 Sewage plant: Hamworthy/ ST3A-C
 Contract date: 18 December 2007
 Launch/float-out date: 10 October 2010
 Delivery date: 29 July 2011





STX KOLT: Hanjin delivers its second LNG tanker to STX ship operating arm

Shipbuilder: Hanjin Heavy Industries & Construction Co Ltd, Korea
 Vessel's name: **STX Kolt**
 Hull number: **N-192**
 IMO number: **9372963**
 Owner/operator: **KLT5 International SA (KOGAS), Korea/STX Pan Ocean Co Ltd, Korea**
 Designer: **Hanjin Heavy Industries & Construction Co Ltd, Korea**
 Model test establishment used: **SSPA, Sweden**
 Flag: **Panama**
 Total number of sister ships already completed: **1**
 Total number of sister ships still on order: **1**

TWO important Korean industrial groups have come together to produce this LNG tanker for operation on behalf of Korean energy supplier KOGAS – the energetic and ambitious STX shipping, shipbuilding and engineering concern, and leading shipbuilder, Hanjin. It is STX's substantial shipping arm which took operating delivery of the 153,000m³ STX Kolt in December from Hanjin, another builder seeking to expand its interests by opening facilities in the Philippines (see *Argolis*), and recently seeking to take advantage of an upturn in the LNG tanker market.

This is only the second LNG tanker completed by Hanjin's city yard in the centre of Busan, following the smaller *Hanjin Pyeong Taek* (presented in *Significant Ships of 1995*), and the design follows the now established layout of a membrane-type ship, presenting a double skin hull within which there are four cargo tanks, separated from each other by cofferdams, and extending above the upper deck to form a fore and aft trunk. Top and bottom wing tanks are arranged and serve as water ballast spaces. They also provide supports for the cargo tanks, which have been constructed to the GTT Mk III containment system (a change from the Gaz Transport NO96-2 technology on the earlier vessel). Tanks are insulated to satisfy the requirements of a daily boil-off rate of 0.15% by volume of total cargo, part of which is used as fuel.

Despite the recent move towards diesel propulsion for this type of vessel, Hanjin Shipbuilding has remained faithful to the steam turbine for *STX Kolt*, fitting a well tested Kawasaki UA-400 cross-compound, direct reversible, impulse-type unit, developing 29,200kW (39,800shp), to drive a 6500mm fixed pitch propeller via a tandem articulated gearbox. It is however, significant to record that the sister ship will feature a dual fuel diesel-electric propulsion plant.

Two steam-turbine driven alternators, also one powered by a diesel engine, supply electrical requirements, and two main 68,000kg/h boilers are installed. Kawasaki has also supplied a 2100kW bow thruster. Cargo handling is carried out by eight sets of Shinko 1800m³/h, electric submerged pumps, with

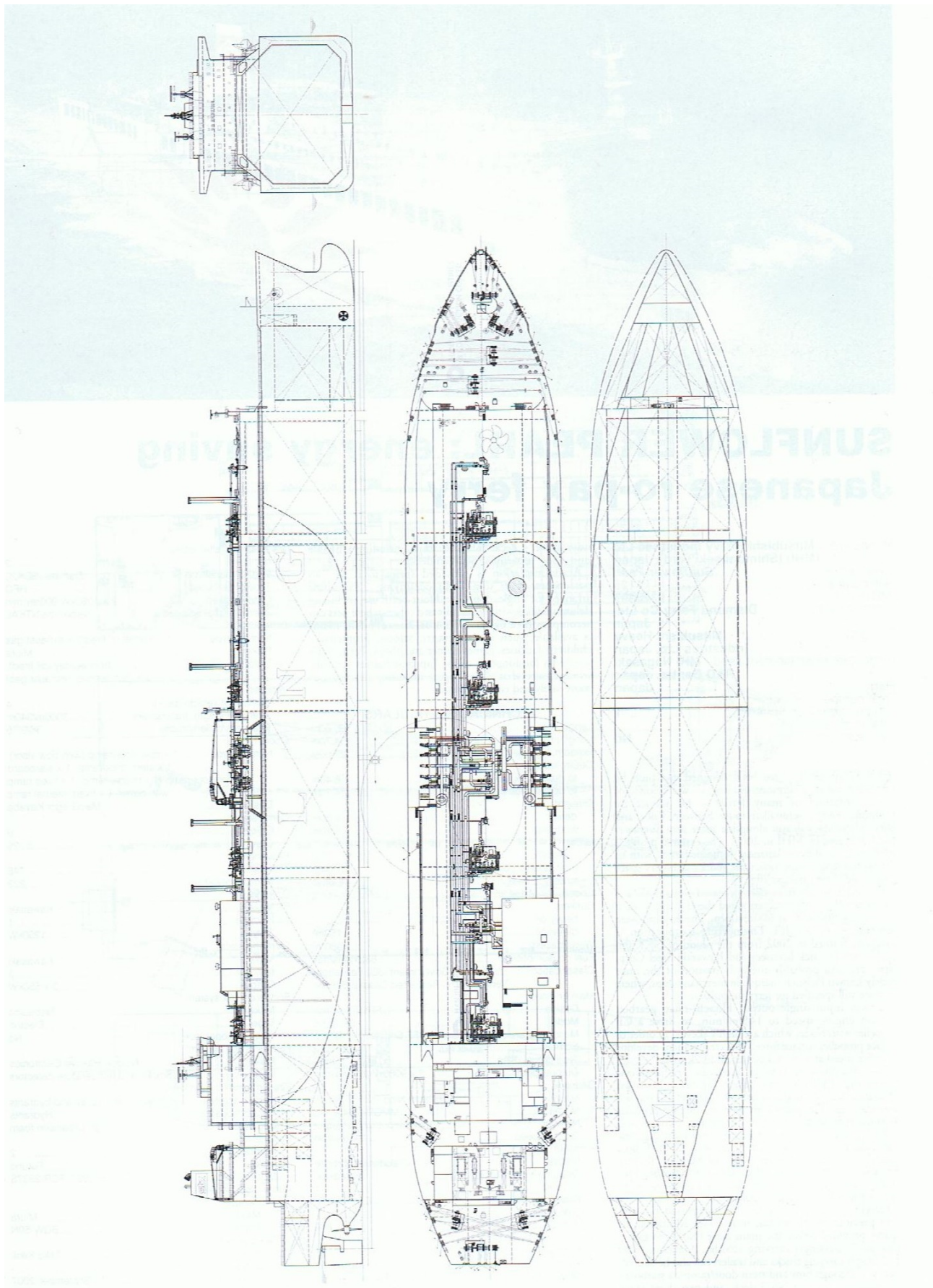
four spray/stripping pumps and an emergency unit also supplied.

Features of the design are that the vessel is fully equipped for, and has ship-shore compatibility with, ports in Korea, Singapore, Japan, Yemen, Qatar and Oman. It also has an air draught (50.40m) which allows navigation to the US terminal at Lake Charles.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa 288.60m
 Length, bp 276.00m
 Breadth, moulded 44.00m
 Depth, moulded 21.92m
 to main deck 26.20m
 to upper deck 26.20m
 Width of double skin 2.337m
 side 3.10m
 Draught 11.50m
 design 12.50m
 scantling 100,189gt
 Displacement 116,600tonnes
 Lightweight approx 30,600tonnes
 Deadweight approx 77,200dwt
 design approx 86,600dwt
 scantling 0.754
 Block coefficient 20.30knots
 Speed, service at MCR, design draught, 21% sea margin approx 153,000m³
 Cargo capacity 7170m³
 heavy oil 417m³
 diesel oil 55,399m³
 Water ballast 220tonnes/day
 Fuel consumption 19tonnes/day
 main boilers 19tonnes/day
 auxiliaries Det Norske Veritas +1A1
 Classification Tanker for Liquefied Gas, Ship Type 2G (-163°C, 500kg/m³, 0.25 bar g), NAUTICUS (Newbuilding), E0, BIS, NAUT-CC, TMON, CLEAN, also Korean Register of Shipping +KRS1, Liquefied Gas Carrier/2G 3M(R)/0.25bar g, -163°C, 0.5SG, (IGC, IWS), SeaTrust (FSA2, HCM), +KRM1, STCM, UMA3, NBS2 IGS
 Percentage of high-tensile steel used in construction 9.0%
 Main engine direct reversible steam turbine
 Design Kawasaki Heavy Industries
 Manufacturer UA-400
 Model 1
 Number 29,290kW (39,800shp)
 Output 2
 Main boilers MB-4E-KS
 Type Mitsubishi Heavy Industries
 Make 2 x 68tonnes/h
 Output Kawasaki Heavy Industries
 Gearbox Tandem articulated double reduction

Number 1
 Output speed 90rev/min
 Propeller Nickel-aluminium-bronze
 Material Hanjin/Mecklenburger
 Designer/manufacturer Metallguss (MMG)
 Number 1
 Pitch Fixed
 Diameter 8500mm
 Speed 90rev/min
 Steam-turbine driven alternators 2
 Number Make/type
 Output
 Diesel-driven alternator 1
 Number STX-MAN/8L32/40
 Engine make/type MDO
 Type of fuel used 3835kW/720rev/min
 Output Hyundai/HSJ 809-16E
 Alternator make/type 3500kW/720rev/min
 Output/speed
 Mooring equipment 2 x mooring winch/windlass;
 Number 8 x mooring winch
 Make Rolls-Royce
 Type Low pressure hydraulic
 Cargo tanks 4
 Number LNG
 Grades of cargo carried
 Cargo pumps Electric submersible
 Type Shinko
 Make 8
 Number 8 x 2800m³/h
 Capacity
 Ballast/cargo control systems Honeywell
 Make Experiens
 Type
 Complement 23
 Officers 17
 Crew 6
 Suez Canal crew
 Bow thruster 1
 Number Kawasaki
 Make 2100kW
 Output
 Bridge control system Nabtesco
 Make M800III
 Type yes
 One man operation
 Fire detection system Autronic
 Make Autrosave
 Type NK fixed CO₂ system
 Fire extinguishing system
 Engineer room
 Integrated bridge system JRC
 Make JAN901M-EOR
 Model
 Sewage plant G&O/40 BG-G
 Make/type
 Contract date 30 March 2006
 Launch/float-out date 27 February 2008
 Delivery date 27 December 2008





NAVIGATOR ARIES: HMD's 20,800m³-class LPG/NH₃/VCM tanker

Shipbuilder: ... **Hyundai Mipo Dockyard Co Ltd (HMD), Korea**
 Vessel's name: ... **Navigator Aries**
 Hull number: ... **8005**
 IMO number: ... **9403762**
 Owner/operator: ... **Navigator Aries LLC, Marshall Islands/Navigator Gas Transport Plc**
 Designer: ... **Hyundai Mipo Dockyard Co Ltd, Korea**
 Flag: ... **Singapore**

Total number of sister ships already completed: ... **1**
 Total number of sister ships still on order: ... **5**

At the same time as it has been filling its order book with large numbers of product tanker contracts, HMD has, over recent years, been looking to expand its newbuilding range by diversifying into alternative markets and adding such varied types as bulk carriers, ro-ro vessels, container ships and vehicle carriers to its portfolio. *Navigator Aries* represents another example of this policy, namely a class of LPG tanker of approximately 24,000dwt, which has already gained success in the small-scale gas distribution market.

Vessels of this size generally employ containment systems using IMO Type C cargo tanks of either cylindrical or bi-lobe design, and the subject vessel is laid out to suit the latter type, featuring a cargo space divided into four holds, each accommodating an independent, self supporting 'spectacle-shaped' tank, divided by a centreline bulkhead into port and starboard sections. Wing tanks top and bottom (the latter combined with centrally divided double bottom tanks), provide water ballast capacity and also form part of a very necessary cargo tank support system. In addition to the bi-lobe tanks, a separate cylindrical cargo tank is located on the fore deck.

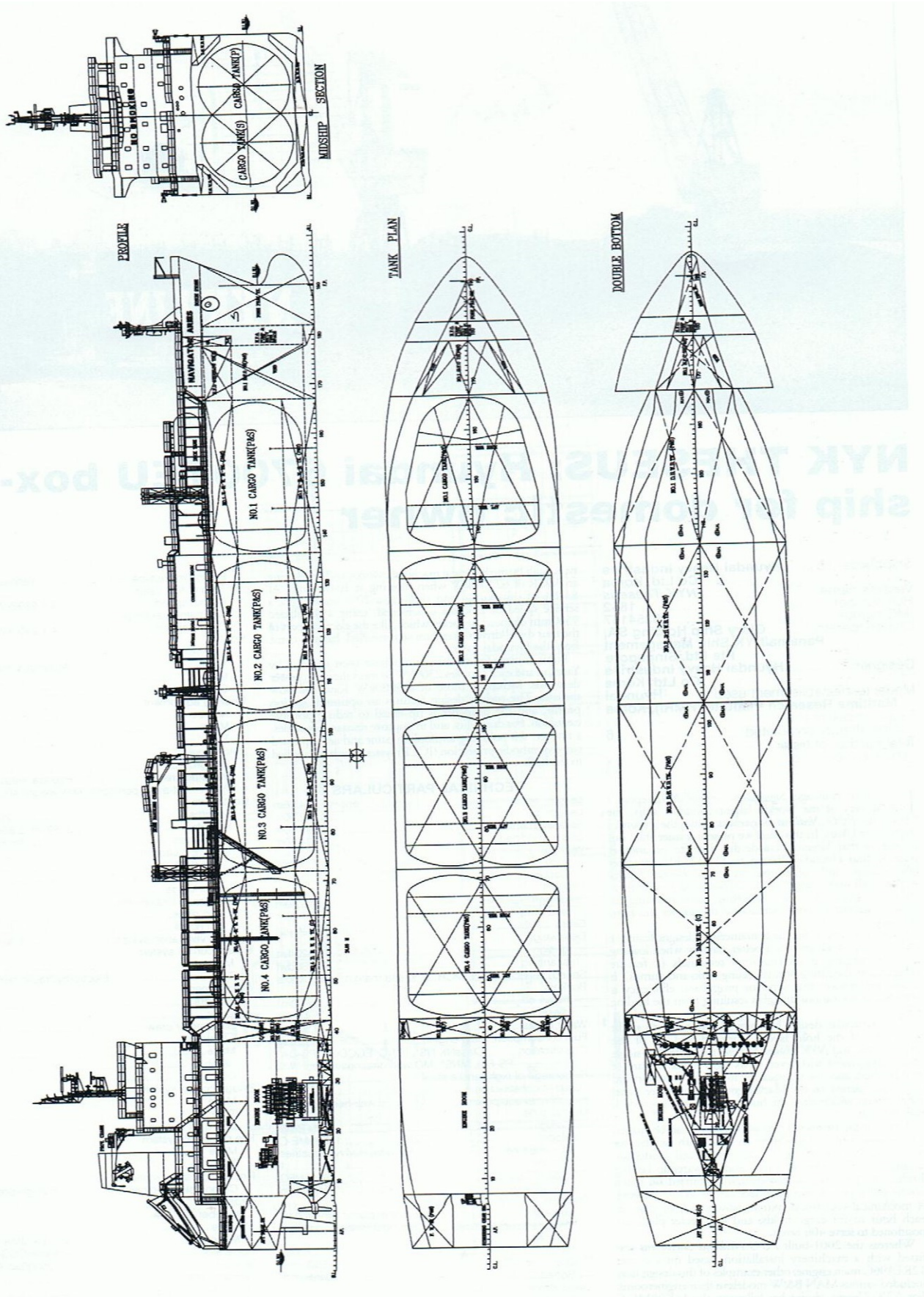
A compressor and motor room on the upper deck serves Type 2G semi-refrigerated cargoes of SG 0.972 carried at a minimum temperature of -48°C. These include commodities such as propane, butane, butylene, propylene, anhydrous ammonia, butadiene and VCM, which are handled by midships manifolds P&S, using two Hamworthy-Svanchoj 250m³/h deepwell pumps fitted P&S in each tank. Oil fuel bunker tanks are located in two positions: aft of the fore peak bulkhead and forward of the engine room, and are separated from the outside shell for safety purposes.

The Hyundai engineering division has supplied the main and auxiliary machinery for *Navigator Aries*, the former comprising a MAN B&W 6S46MC-C unit developing 7860kW at 129rev/min and directly coupled to a fixed pitch propeller to give a service speed of 16knots when running at 90% MCR. To drive the three alternator sets (also manufactured by Hyundai Heavy Industries), engines of the MAN 5H21/31 type are used. Each of these develops 790kW at 720rev/min, whilst the alternators each produce 750kW of electrical power. A KangRim boiler supplies 2500kg/h of steam.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	159.07m
Length, bp	152.20m
Breadth, moulded	25.60m
Depth, moulded, to upper deck	16.40m
Draught	
design	8.30m
scantling	10.90m
Gross	18,311gt
Deadweight	
design	14,287dwt
scantling	23,333dwt
Speed, service, 90% MCR	16knots
Cargo capacity, liquid volume	20,664m ³
Bunkers	
heavy oil	1997m ³
diesel oil	278m ³
Water ballast	9194m ³
Fuel consumption	
main engine only	29.25tonnes/day
auxiliaries	3.53tonnes/day
Classification	Lloyd's Register +100A1, Liquefied Gas Carrier, Ship Type 2G, Propane, Butane, Butylene, Propylene, Anhydrous Ammonia, Butadiene, VCM, in Independent Tanks Type C, Suitable for SG 0.972, Max Vapour Pressure 5.3bar G, Min Cargo Temperature -48°C, +LMC, UMS, +Lloyd's RMC (LG), IWS
Main engine	
Design	MAN B&W
Model	6S46MC-C
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries
Number	1
Type of fuel used	HFO
Output/speed	7860kW/129rev/min
Propeller	
Number	1
Designer/manufacturer	Fixed
Pitch	5500mm
Diameter	129rev/min
Speed	

Diesel-driven alternators	
Number	3
Engine make/type	Hyundai-MAN/5H21/31
Type of fuel used	HFO
Output/speed	3 x 790kW/720rev/min
Alternator make/type	Hyundai/HFJ7506-14E
Output/speed	3 x 750kW/720rev/min
Boiler	
Make/type	KangRim/PAO201P14
Output	2500kg/h
Mooring equipment	
Number	6 sets
Make	Friedrich Kocks
Type	hydraulic auto-tension
Lifesaving equipment	
Number/type	1 x 25 person free fall
Make	Hyundai Lifeboat Co Ltd
Cargo tanks	
Number	8 plus 1 deck tank
Cargo segregation	2
Cargo pumps	
Number	8
Type	Deepwell, vertical, multistage
Manufacturer	Hamworthy-Svanchoj
Stainless steel	Yes
Capacity	8 x 250m ³ /h
Cargo control system	
Make	Terasaki
Type	WLGE
Ballast control system	
Make	Hyundai
Complement	
Officers	14
Crew	11
Suez crew	6
Bridge control system	
Make	Kongsberg
Type	C-20
One-man bridge	No
Fire detection system	
Make	Autronica
Type	BS-320M
Fire extinguishing system	
Cargo space	Dry powder
Engine room	CO ₂ /water mist
Radars	
Number	2
Make	Japan Radio Co
Contract date	12 July 2006
Launch/float-out date	13 June 2008
Delivery date	22 August 2008



Anexo 2: Alternativas al proyecto

L	B	D	T	Cb	PS	LBD
158,88	27,27	17,95	11,67	0,61	6941,33	77771,2
162,06	27,27	17,95	11,44	0,61	7150,76	79327,8
165,24	27,27	17,95	11,22	0,61	7362,26	80884,4
168,42	27,27	17,95	11,01	0,61	7575,81	82441
171,6	27,27	17,95	10,8	0,61	7791,38	83997,6
174,78	27,27	17,95	10,61	0,61	8008,96	85554,2
177,96	27,27	17,95	10,42	0,61	8228,53	87110,8
181,14	27,27	17,95	10,23	0,61	8450,07	88667,4
184,32	27,27	17,95	10,06	0,61	8673,56	90223,99
187,5	27,27	17,95	9,89	0,61	8898,99	91780,59
190,68	27,27	17,95	9,72	0,61	9126,33	93337,19
158,88	27,81	17,95	11,44	0,61	7078,78	79311,23
162,06	27,81	17,95	11,22	0,61	7292,36	80898,65
165,24	27,81	17,95	11	0,61	7508,05	82486,07
168,42	27,81	17,95	10,79	0,61	7725,83	84073,5
171,6	27,81	17,95	10,59	0,61	7945,67	85660,92
174,78	27,81	17,95	10,4	0,61	8167,56	87248,34
177,96	27,81	17,95	10,22	0,61	8391,47	88835,76
181,14	27,81	17,95	10,04	0,61	8617,4	90423,19
184,32	27,81	17,95	9,86	0,61	8845,31	92010,61
187,5	27,81	17,95	9,7	0,61	9075,2	93598,03
190,68	27,81	17,95	9,53	0,61	9307,05	95185,45
158,88	28,35	17,95	11,22	0,61	7216,23	80851,25
162,06	28,35	17,95	11	0,61	7433,96	82469,5
165,24	28,35	17,95	10,79	0,61	7653,84	84087,74
168,42	28,35	17,95	10,59	0,61	7875,84	85705,99
171,6	28,35	17,95	10,39	0,61	8099,95	87324,24
174,78	28,35	17,95	10,2	0,61	8326,15	88942,48
177,96	28,35	17,95	10,02	0,61	8554,41	90560,73
181,14	28,35	17,95	9,84	0,61	8784,72	92178,98
184,32	28,35	17,95	9,68	0,61	9017,07	93797,22
187,5	28,35	17,95	9,51	0,61	9251,42	95415,47
190,68	28,35	17,95	9,35	0,61	9487,77	97033,72

L	B	D	T	Cb	PS	LBD
158,88	28,89	17,95	11,01	0,61	7353,68	82391,28
162,06	28,89	17,95	10,8	0,61	7575,56	84040,35
165,24	28,89	17,95	10,59	0,61	7799,63	85689,42
168,42	28,89	17,95	10,39	0,61	8025,86	87338,49
171,6	28,89	17,95	10,2	0,61	8254,24	88987,56
174,78	28,89	17,95	10,01	0,61	8484,74	90636,63
177,96	28,89	17,95	9,83	0,61	8717,35	92285,7
181,14	28,89	17,95	9,66	0,61	8952,05	93934,77
184,32	28,89	17,95	9,49	0,61	9188,82	95583,84
187,5	28,89	17,95	9,33	0,61	9427,64	97232,91
190,68	28,89	17,95	9,18	0,61	9668,49	98881,98
158,88	29,43	17,95	10,81	0,61	7491,13	83931,3
162,06	29,43	17,95	10,6	0,61	7717,16	85611,19
165,24	29,43	17,95	10,4	0,61	7945,41	87291,09
168,42	29,43	17,95	10,2	0,61	8175,87	88970,98
171,6	29,43	17,95	10,01	0,61	8408,52	90650,87
174,78	29,43	17,95	9,83	0,61	8643,34	92330,77
177,96	29,43	17,95	9,65	0,61	8880,29	94010,66
181,14	29,43	17,95	9,48	0,61	9119,38	95690,56
184,32	29,43	17,95	9,32	0,61	9360,57	97370,45
187,5	29,43	17,95	9,16	0,61	9603,86	99050,34
190,68	29,43	17,95	9,01	0,61	9849,21	100730,24
158,88	29,97	17,95	10,62	0,61	7628,59	85471,32
162,06	29,97	17,95	10,41	0,61	7858,76	87182,04
165,24	29,97	17,95	10,21	0,61	8091,2	88892,76
168,42	29,97	17,95	10,02	0,61	8325,89	90603,48
171,6	29,97	17,95	9,83	0,61	8562,81	92314,19
174,78	29,97	17,95	9,65	0,61	8801,93	94024,91
177,96	29,97	17,95	9,48	0,61	9043,24	95735,63
181,14	29,97	17,95	9,31	0,61	9286,71	97446,35
184,32	29,97	17,95	9,15	0,61	9532,33	99157,06
187,5	29,97	17,95	9	0,61	9780,07	100867,78
190,68	29,97	17,95	8,85	0,61	10029,93	102578,5

L	B	D	T	Cb	PS	LBD
158,88	30,51	17,95	10,43	0,61	7766,04	87011,35
162,06	30,51	17,95	10,22	0,61	8000,36	88752,89
165,24	30,51	17,95	10,03	0,61	8236,99	90494,43
168,42	30,51	17,95	9,84	0,61	8475,91	92235,97
171,6	30,51	17,95	9,66	0,61	8717,09	93977,51
174,78	30,51	17,95	9,48	0,61	8960,52	95719,05
177,96	30,51	17,95	9,31	0,61	9206,18	97460,59
181,14	30,51	17,95	9,15	0,61	9454,04	99202,14
184,32	30,51	17,95	8,99	0,61	9704,08	100943,68
187,5	30,51	17,95	8,84	0,61	9956,29	102685,22
190,68	30,51	17,95	8,69	0,61	10210,65	104426,76
158,88	31,05	17,95	10,25	0,61	7903,49	88551,37
162,06	31,05	17,95	10,05	0,61	8141,96	90323,74
165,24	31,05	17,95	9,85	0,61	8382,78	92096,1
168,42	31,05	17,95	9,67	0,61	8625,92	93868,47
171,6	31,05	17,95	9,49	0,61	8871,38	95640,83
174,78	31,05	17,95	9,32	0,61	9119,11	97413,2
177,96	31,05	17,95	9,15	0,61	9369,12	99185,56
181,14	31,05	17,95	8,99	0,61	9621,36	100957,93
184,32	31,05	17,95	8,83	0,61	9875,83	102730,29
187,5	31,05	17,95	8,68	0,61	10132,51	104502,66
190,68	31,05	17,95	8,54	0,61	10391,37	106275,02
158,88	31,59	17,95	10,07	0,61	8040,94	90091,39
162,06	31,59	17,95	9,88	0,61	8283,56	91894,58
165,24	31,59	17,95	9,69	0,61	8528,56	93697,77
168,42	31,59	17,95	9,5	0,61	8775,94	95500,96
171,6	31,59	17,95	9,33	0,61	9025,66	97304,15
174,78	31,59	17,95	9,16	0,61	9277,71	99107,34
177,96	31,59	17,95	8,99	0,61	9532,06	100910,53
181,14	31,59	17,95	8,84	0,61	9788,69	102713,72
184,32	31,59	17,95	8,68	0,61	10047,59	104516,9
187,5	31,59	17,95	8,54	0,61	10308,73	106320,09
190,68	31,59	17,95	8,39	0,61	10572,09	108123,28

L	B	D	T	Cb	PS	LBD
158,88	32,13	17,95	9,9	0,61	8178,39	91631,42
162,06	32,13	17,95	9,71	0,61	8425,16	93465,43
165,24	32,13	17,95	9,52	0,61	8674,35	95299,44
168,42	32,13	17,95	9,34	0,61	8925,96	97133,46
171,6	32,13	17,95	9,17	0,61	9179,95	98967,47
174,78	32,13	17,95	9	0,61	9436,3	100801,48
177,96	32,13	17,95	8,84	0,61	9695	102635,49
181,14	32,13	17,95	8,69	0,61	9956,02	104469,51
184,32	32,13	17,95	8,54	0,61	10219,34	106303,52
187,5	32,13	17,95	8,39	0,61	10484,94	108137,53
190,68	32,13	17,95	8,25	0,61	10752,81	109971,54
158,88	32,67	17,95	9,74	0,61	8315,85	93171,44
162,06	32,67	17,95	9,55	0,61	8566,76	95036,28
165,24	32,67	17,95	9,37	0,61	8820,14	96901,11
168,42	32,67	17,95	9,19	0,61	9075,97	98765,95
171,6	32,67	17,95	9,02	0,61	9334,23	100630,79
174,78	32,67	17,95	8,85	0,61	9594,89	102495,62
177,96	32,67	17,95	8,7	0,61	9857,94	104360,46
181,14	32,67	17,95	8,54	0,61	10123,35	106225,3
184,32	32,67	17,95	8,4	0,61	10391,09	108090,13
187,5	32,67	17,95	8,25	0,61	10661,16	109954,97
190,68	32,67	17,95	8,12	0,61	10933,53	111819,81

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	11,41	0,64	6941,33
162,06	27,27	17,95	11,18	0,64	7150,76
165,24	27,27	17,95	10,97	0,64	7362,26
168,42	27,27	17,95	10,76	0,64	7575,81
171,6	27,27	17,95	10,56	0,64	7791,38
174,78	27,27	17,95	10,37	0,64	8008,96
177,96	27,27	17,95	10,18	0,64	8228,53
181,14	27,27	17,95	10	0,64	8450,07
184,32	27,27	17,95	9,83	0,64	8673,56
187,5	27,27	17,95	9,67	0,64	8898,99
190,68	27,27	17,95	9,5	0,64	9126,33

158,88	27,81	17,95	11,19	0,64	7078,78
162,06	27,81	17,95	10,97	0,64	7292,36
165,24	27,81	17,95	10,75	0,64	7508,05
168,42	27,81	17,95	10,55	0,64	7725,83
171,6	27,81	17,95	10,36	0,64	7945,67
174,78	27,81	17,95	10,17	0,64	8167,56
177,96	27,81	17,95	9,99	0,64	8391,47
181,14	27,81	17,95	9,81	0,64	8617,4
184,32	27,81	17,95	9,64	0,64	8845,31
187,5	27,81	17,95	9,48	0,64	9075,2
190,68	27,81	17,95	9,32	0,64	9307,05

158,88	28,35	17,95	10,97	0,64	7216,23
162,06	28,35	17,95	10,76	0,64	7433,96
165,24	28,35	17,95	10,55	0,64	7653,84
168,42	28,35	17,95	10,35	0,64	7875,84
171,6	28,35	17,95	10,16	0,64	8099,95
174,78	28,35	17,95	9,97	0,64	8326,15
177,96	28,35	17,95	9,8	0,64	8554,41
181,14	28,35	17,95	9,62	0,64	8784,72
184,32	28,35	17,95	9,46	0,64	9017,07
187,5	28,35	17,95	9,3	0,64	9251,42
190,68	28,35	17,95	9,14	0,64	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	10,77	0,64	7353,68
162,06	28,89	17,95	10,56	0,64	7575,56
165,24	28,89	17,95	10,35	0,64	7799,63
168,42	28,89	17,95	10,16	0,64	8025,86
171,6	28,89	17,95	9,97	0,64	8254,24
174,78	28,89	17,95	9,79	0,64	8484,74
177,96	28,89	17,95	9,61	0,64	8717,35
181,14	28,89	17,95	9,44	0,64	8952,05
184,32	28,89	17,95	9,28	0,64	9188,82
187,5	28,89	17,95	9,12	0,64	9427,64
190,68	28,89	17,95	8,97	0,64	9668,49

158,88	29,43	17,95	10,57	0,64	7491,13
162,06	29,43	17,95	10,36	0,64	7717,16
165,24	29,43	17,95	10,16	0,64	7945,41
168,42	29,43	17,95	9,97	0,64	8175,87
171,6	29,43	17,95	9,79	0,64	8408,52
174,78	29,43	17,95	9,61	0,64	8643,34
177,96	29,43	17,95	9,44	0,64	8880,29
181,14	29,43	17,95	9,27	0,64	9119,38
184,32	29,43	17,95	9,11	0,64	9360,57
187,5	29,43	17,95	8,96	0,64	9603,86
190,68	29,43	17,95	8,81	0,64	9849,21

158,88	29,97	17,95	10,38	0,64	7628,59
162,06	29,97	17,95	10,18	0,64	7858,76
165,24	29,97	17,95	9,98	0,64	8091,2
168,42	29,97	17,95	9,79	0,64	8325,89
171,6	29,97	17,95	9,61	0,64	8562,81
174,78	29,97	17,95	9,43	0,64	8801,93
177,96	29,97	17,95	9,27	0,64	9043,24
181,14	29,97	17,95	9,1	0,64	9286,71
184,32	29,97	17,95	8,95	0,64	9532,33

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	10,2	0,64	7766,04
162,06	30,51	17,95	10	0,64	8000,36
165,24	30,51	17,95	9,8	0,64	8236,99
168,42	30,51	17,95	9,62	0,64	8475,91
171,6	30,51	17,95	9,44	0,64	8717,09
174,78	30,51	17,95	9,27	0,64	8960,52
177,96	30,51	17,95	9,1	0,64	9206,18
181,14	30,51	17,95	8,94	0,64	9454,04
184,32	30,51	17,95	8,79	0,64	9704,08
187,5	30,51	17,95	8,64	0,64	9956,29
190,68	30,51	17,95	8,49	0,64	10210,65

158,88	31,05	17,95	10,02	0,64	7903,49
162,06	31,05	17,95	9,82	0,64	8141,96
165,24	31,05	17,95	9,63	0,64	8382,78
168,42	31,05	17,95	9,45	0,64	8625,92
171,6	31,05	17,95	9,28	0,64	8871,38
174,78	31,05	17,95	9,11	0,64	9119,11
177,96	31,05	17,95	8,94	0,64	9369,12
181,14	31,05	17,95	8,79	0,64	9621,36
184,32	31,05	17,95	8,64	0,64	9875,83
187,5	31,05	17,95	8,49	0,64	10132,51
190,68	31,05	17,95	8,35	0,64	10391,37

158,88	31,59	17,95	9,85	0,64	8040,94
162,06	31,59	17,95	9,65	0,64	8283,56
165,24	31,59	17,95	9,47	0,64	8528,56
168,42	31,59	17,95	9,29	0,64	8775,94
171,6	31,59	17,95	9,12	0,64	9025,66
174,78	31,59	17,95	8,95	0,64	9277,71
177,96	31,59	17,95	8,79	0,64	9532,06
181,14	31,59	17,95	8,64	0,64	9788,69
184,32	31,59	17,95	8,49	0,64	10047,59
187,5	31,59	17,95	8,34	0,64	10308,73
190,68	31,59	17,95	8,2	0,64	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88		32,13	17,95	9,68	0,64 8178,39
162,06		32,13	17,95	9,49	0,64 8425,16
165,24		32,13	17,95	9,31	0,64 8674,35
168,42		32,13	17,95	9,13	0,64 8925,96
171,6		32,13	17,95	8,96	0,64 9179,95
174,78		32,13	17,95	8,8	0,64 9436,3
177,96		32,13	17,95	8,64	0,64 9695
181,14		32,13	17,95	8,49	0,64 9956,02
184,32		32,13	17,95	8,34	0,64 10219,34
187,5		32,13	17,95	8,2	0,64 10484,94
190,68		32,13	17,95	8,07	0,64 10752,81

158,88		32,67	17,95	9,52	0,64 8315,85
162,06		32,67	17,95	9,33	0,64 8566,76
165,24		32,67	17,95	9,15	0,64 8820,14
168,42		32,67	17,95	8,98	0,64 9075,97
171,6		32,67	17,95	8,82	0,64 9334,23
174,78		32,67	17,95	8,66	0,64 9594,89
177,96		32,67	17,95	8,5	0,64 9857,94
181,14		32,67	17,95	8,35	0,64 10123,35
184,32		32,67	17,95	8,21	0,64 10391,09
187,5		32,67	17,95	8,07	0,64 10661,16
190,68		32,67	17,95	7,93	0,64 10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	11,16	0,66	6941,33
162,06	27,27	17,95	10,94	0,66	7150,76
165,24	27,27	17,95	10,73	0,66	7362,26
168,42	27,27	17,95	10,52	0,66	7575,81
171,6	27,27	17,95	10,33	0,66	7791,38
174,78	27,27	17,95	10,14	0,66	8008,96
177,96	27,27	17,95	9,96	0,66	8228,53
181,14	27,27	17,95	9,78	0,66	8450,07
184,32	27,27	17,95	9,62	0,66	8673,56
187,5	27,27	17,95	9,45	0,66	8898,99
190,68	27,27	17,95	9,3	0,66	9126,33

158,88	27,81	17,95	10,94	0,66	7078,78
162,06	27,81	17,95	10,72	0,66	7292,36
165,24	27,81	17,95	10,52	0,66	7508,05
168,42	27,81	17,95	10,32	0,66	7725,83
171,6	27,81	17,95	10,13	0,66	7945,67
174,78	27,81	17,95	9,94	0,66	8167,56
177,96	27,81	17,95	9,77	0,66	8391,47
181,14	27,81	17,95	9,59	0,66	8617,4
184,32	27,81	17,95	9,43	0,66	8845,31
187,5	27,81	17,95	9,27	0,66	9075,2
190,68	27,81	17,95	9,11	0,66	9307,05

158,88	28,35	17,95	10,73	0,66	7216,23
162,06	28,35	17,95	10,52	0,66	7433,96
165,24	28,35	17,95	10,32	0,66	7653,84
168,42	28,35	17,95	10,12	0,66	7875,84
171,6	28,35	17,95	9,94	0,66	8099,95
174,78	28,35	17,95	9,75	0,66	8326,15
177,96	28,35	17,95	9,58	0,66	8554,41
181,14	28,35	17,95	9,41	0,66	8784,72
184,32	28,35	17,95	9,25	0,66	9017,07
187,5	28,35	17,95	9,09	0,66	9251,42
190,68	28,35	17,95	8,94	0,66	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88		28,89	17,95	10,53	0,66 7353,68
162,06		28,89	17,95	10,32	0,66 7575,56
165,24		28,89	17,95	10,12	0,66 7799,63
168,42		28,89	17,95	9,93	0,66 8025,86
171,6		28,89	17,95	9,75	0,66 8254,24
174,78		28,89	17,95	9,57	0,66 8484,74
177,96		28,89	17,95	9,4	0,66 8717,35
181,14		28,89	17,95	9,24	0,66 8952,05
184,32		28,89	17,95	9,08	0,66 9188,82
187,5		28,89	17,95	8,92	0,66 9427,64
190,68		28,89	17,95	8,77	0,66 9668,49
158,88		29,43	17,95	10,34	0,66 7491,13
162,06		29,43	17,95	10,13	0,66 7717,16
165,24		29,43	17,95	9,94	0,66 7945,41
168,42		29,43	17,95	9,75	0,66 8175,87
171,6		29,43	17,95	9,57	0,66 8408,52
174,78		29,43	17,95	9,4	0,66 8643,34
177,96		29,43	17,95	9,23	0,66 8880,29
181,14		29,43	17,95	9,07	0,66 9119,38
184,32		29,43	17,95	8,91	0,66 9360,57
187,5		29,43	17,95	8,76	0,66 9603,86
190,68		29,43	17,95	8,61	0,66 9849,21
158,88		29,97	17,95	10,15	0,66 7628,59
162,06		29,97	17,95	9,95	0,66 7858,76
165,24		29,97	17,95	9,76	0,66 8091,2
168,42		29,97	17,95	9,58	0,66 8325,89
171,6		29,97	17,95	9,4	0,66 8562,81
174,78		29,97	17,95	9,23	0,66 8801,93
177,96		29,97	17,95	9,06	0,66 9043,24
181,14		29,97	17,95	8,9	0,66 9286,71
184,32		29,97	17,95	8,75	0,66 9532,33
187,5		29,97	17,95	8,6	0,66 9780,07
190,68		29,97	17,95	8,46	0,66 10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	9,97	0,66	7766,04
162,06	30,51	17,95	9,78	0,66	8000,36
165,24	30,51	17,95	9,59	0,66	8236,99
168,42	30,51	17,95	9,41	0,66	8475,91
171,6	30,51	17,95	9,23	0,66	8717,09
174,78	30,51	17,95	9,06	0,66	8960,52
177,96	30,51	17,95	8,9	0,66	9206,18
181,14	30,51	17,95	8,75	0,66	9454,04
184,32	30,51	17,95	8,59	0,66	9704,08
187,5	30,51	17,95	8,45	0,66	9956,29
190,68	30,51	17,95	8,31	0,66	10210,65

158,88	31,05	17,95	9,8	0,66	7903,49
162,06	31,05	17,95	9,61	0,66	8141,96
165,24	31,05	17,95	9,42	0,66	8382,78
168,42	31,05	17,95	9,24	0,66	8625,92
171,6	31,05	17,95	9,07	0,66	8871,38
174,78	31,05	17,95	8,91	0,66	9119,11
177,96	31,05	17,95	8,75	0,66	9369,12
181,14	31,05	17,95	8,59	0,66	9621,36
184,32	31,05	17,95	8,45	0,66	9875,83
187,5	31,05	17,95	8,3	0,66	10132,51
190,68	31,05	17,95	8,16	0,66	10391,37

158,88	31,59	17,95	9,63	0,66	8040,94
162,06	31,59	17,95	9,44	0,66	8283,56
165,24	31,59	17,95	9,26	0,66	8528,56
168,42	31,59	17,95	9,08	0,66	8775,94
171,6	31,59	17,95	8,92	0,66	9025,66
174,78	31,59	17,95	8,75	0,66	9277,71
177,96	31,59	17,95	8,6	0,66	9532,06
181,14	31,59	17,95	8,45	0,66	9788,69
184,32	31,59	17,95	8,3	0,66	10047,59
187,5	31,59	17,95	8,16	0,66	10308,73
190,68	31,59	17,95	8,02	0,66	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	9,47	0,66	8178,39
162,06	32,13	17,95	9,28	0,66	8425,16
165,24	32,13	17,95	9,1	0,66	8674,35
168,42	32,13	17,95	8,93	0,66	8925,96
171,6	32,13	17,95	8,77	0,66	9179,95
174,78	32,13	17,95	8,61	0,66	9436,3
177,96	32,13	17,95	8,45	0,66	9695
181,14	32,13	17,95	8,3	0,66	9956,02
184,32	32,13	17,95	8,16	0,66	10219,34
187,5	32,13	17,95	8,02	0,66	10484,94
190,68	32,13	17,95	7,89	0,66	10752,81

158,88	32,67	17,95	9,31	0,66	8315,85
162,06	32,67	17,95	9,13	0,66	8566,76
165,24	32,67	17,95	8,95	0,66	8820,14
168,42	32,67	17,95	8,78	0,66	9075,97
171,6	32,67	17,95	8,62	0,66	9334,23
174,78	32,67	17,95	8,46	0,66	9594,89
177,96	32,67	17,95	8,31	0,66	9857,94
181,14	32,67	17,95	8,17	0,66	10123,35
184,32	32,67	17,95	8,03	0,66	10391,09
187,5	32,67	17,95	7,89	0,66	10661,16
190,68	32,67	17,95	7,76	0,66	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	10,92	0,67	6941,33
162,06	27,27	17,95	10,7	0,67	7150,76
165,24	27,27	17,95	10,5	0,67	7362,26
168,42	27,27	17,95	10,3	0,67	7575,81
171,6	27,27	17,95	10,11	0,67	7791,38
174,78	27,27	17,95	9,92	0,67	8008,96
177,96	27,27	17,95	9,75	0,67	8228,53
181,14	27,27	17,95	9,57	0,67	8450,07
184,32	27,27	17,95	9,41	0,67	8673,56
187,5	27,27	17,95	9,25	0,67	8898,99
190,68	27,27	17,95	9,1	0,67	9126,33

158,88	27,81	17,95	10,7	0,67	7078,78
162,06	27,81	17,95	10,49	0,67	7292,36
165,24	27,81	17,95	10,29	0,67	7508,05
168,42	27,81	17,95	10,1	0,67	7725,83
171,6	27,81	17,95	9,91	0,67	7945,67
174,78	27,81	17,95	9,73	0,67	8167,56
177,96	27,81	17,95	9,56	0,67	8391,47
181,14	27,81	17,95	9,39	0,67	8617,4
184,32	27,81	17,95	9,23	0,67	8845,31
187,5	27,81	17,95	9,07	0,67	9075,2
190,68	27,81	17,95	8,92	0,67	9307,05

158,88	28,35	17,95	10,5	0,67	7216,23
162,06	28,35	17,95	10,29	0,67	7433,96
165,24	28,35	17,95	10,1	0,67	7653,84
168,42	28,35	17,95	9,91	0,67	7875,84
171,6	28,35	17,95	9,72	0,67	8099,95
174,78	28,35	17,95	9,54	0,67	8326,15
177,96	28,35	17,95	9,37	0,67	8554,41
181,14	28,35	17,95	9,21	0,67	8784,72
184,32	28,35	17,95	9,05	0,67	9017,07
187,5	28,35	17,95	8,9	0,67	9251,42
190,68	28,35	17,95	8,75	0,67	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	10,3	0,67	7353,68
162,06	28,89	17,95	10,1	0,67	7575,56
165,24	28,89	17,95	9,91	0,67	7799,63
168,42	28,89	17,95	9,72	0,67	8025,86
171,6	28,89	17,95	9,54	0,67	8254,24
174,78	28,89	17,95	9,37	0,67	8484,74
177,96	28,89	17,95	9,2	0,67	8717,35
181,14	28,89	17,95	9,04	0,67	8952,05
184,32	28,89	17,95	8,88	0,67	9188,82
187,5	28,89	17,95	8,73	0,67	9427,64
190,68	28,89	17,95	8,59	0,67	9668,49
158,88	29,43	17,95	10,11	0,67	7491,13
162,06	29,43	17,95	9,92	0,67	7717,16
165,24	29,43	17,95	9,73	0,67	7945,41
168,42	29,43	17,95	9,54	0,67	8175,87
171,6	29,43	17,95	9,37	0,67	8408,52
174,78	29,43	17,95	9,19	0,67	8643,34
177,96	29,43	17,95	9,03	0,67	8880,29
181,14	29,43	17,95	8,87	0,67	9119,38
184,32	29,43	17,95	8,72	0,67	9360,57
187,5	29,43	17,95	8,57	0,67	9603,86
190,68	29,43	17,95	8,43	0,67	9849,21
158,88	29,97	17,95	9,93	0,67	7628,59
162,06	29,97	17,95	9,74	0,67	7858,76
165,24	29,97	17,95	9,55	0,67	8091,2
168,42	29,97	17,95	9,37	0,67	8325,89
171,6	29,97	17,95	9,2	0,67	8562,81
174,78	29,97	17,95	9,03	0,67	8801,93
177,96	29,97	17,95	8,87	0,67	9043,24
181,14	29,97	17,95	8,71	0,67	9286,71
184,32	29,97	17,95	8,56	0,67	9532,33
187,5	29,97	17,95	8,42	0,67	9780,07
190,68	29,97	17,95	8,28	0,67	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	9,76	0,67	7766,04
162,06	30,51	17,95	9,57	0,67	8000,36
165,24	30,51	17,95	9,38	0,67	8236,99
168,42	30,51	17,95	9,2	0,67	8475,91
171,6	30,51	17,95	9,03	0,67	8717,09
174,78	30,51	17,95	8,87	0,67	8960,52
177,96	30,51	17,95	8,71	0,67	9206,18
181,14	30,51	17,95	8,56	0,67	9454,04
184,32	30,51	17,95	8,41	0,67	9704,08
187,5	30,51	17,95	8,27	0,67	9956,29
190,68	30,51	17,95	8,13	0,67	10210,65

158,88	31,05	17,95	9,59	0,67	7903,49
162,06	31,05	17,95	9,4	0,67	8141,96
165,24	31,05	17,95	9,22	0,67	8382,78
168,42	31,05	17,95	9,04	0,67	8625,92
171,6	31,05	17,95	8,88	0,67	8871,38
174,78	31,05	17,95	8,71	0,67	9119,11
177,96	31,05	17,95	8,56	0,67	9369,12
181,14	31,05	17,95	8,41	0,67	9621,36
184,32	31,05	17,95	8,26	0,67	9875,83
187,5	31,05	17,95	8,12	0,67	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,99	0,67	10391,37

158,88	31,59	17,95	9,42	0,67	8040,94
162,06	31,59	17,95	9,24	0,67	8283,56
165,24	31,59	17,95	9,06	0,67	8528,56
168,42	31,59	17,95	8,89	0,67	8775,94
171,6	31,59	17,95	8,72	0,67	9025,66
174,78	31,59	17,95	8,57	0,67	9277,71
177,96	31,59	17,95	8,41	0,67	9532,06
181,14	31,59	17,95	8,27	0,67	9788,69
184,32	31,59	17,95	8,12	0,67	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,98	0,67	10308,73
190,68	31,59	17,95	7,85	0,67	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	9,26	0,67	8178,39
162,06	32,13	17,95	9,08	0,67	8425,16
165,24	32,13	17,95	8,91	0,67	8674,35
168,42	32,13	17,95	8,74	0,67	8925,96
171,6	32,13	17,95	8,58	0,67	9179,95
174,78	32,13	17,95	8,42	0,67	9436,3
177,96	32,13	17,95	8,27	0,67	9695
181,14	32,13	17,95	8,13	0,67	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,99	0,67	10219,34
187,5	32,13	17,95	7,85	0,67	10484,94
190,68	32,13	17,95	7,72	0,67	10752,81
158,88	32,67	17,95	9,11	0,67	8315,85
162,06	32,67	17,95	8,93	0,67	8566,76
165,24	32,67	17,95	8,76	0,67	8820,14
168,42	32,67	17,95	8,6	0,67	9075,97
171,6	32,67	17,95	8,44	0,67	9334,23
174,78	32,67	17,95	8,28	0,67	9594,89
177,96	32,67	17,95	8,13	0,67	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,99	0,67	10123,35
184,32	32,67	17,95	7,85	0,67	10391,09
187,5	32,67	17,95	7,72	0,67	10661,16
190,68	32,67	17,95	7,59	0,67	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	10,69	0,68	6941,33
162,06	27,27	17,95	10,48	0,68	7150,76
165,24	27,27	17,95	10,27	0,68	7362,26
168,42	27,27	17,95	10,08	0,68	7575,81
171,6	27,27	17,95	9,89	0,68	7791,38
174,78	27,27	17,95	9,71	0,68	8008,96
177,96	27,27	17,95	9,54	0,68	8228,53
181,14	27,27	17,95	9,37	0,68	8450,07
184,32	27,27	17,95	9,21	0,68	8673,56
187,5	27,27	17,95	9,06	0,68	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,9	0,68	9126,33
158,88	27,81	17,95	10,48	0,68	7078,78
162,06	27,81	17,95	10,27	0,68	7292,36
165,24	27,81	17,95	10,08	0,68	7508,05
168,42	27,81	17,95	9,89	0,68	7725,83
171,6	27,81	17,95	9,7	0,68	7945,67
174,78	27,81	17,95	9,53	0,68	8167,56
177,96	27,81	17,95	9,36	0,68	8391,47
181,14	27,81	17,95	9,19	0,68	8617,4
184,32	27,81	17,95	9,03	0,68	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,88	0,68	9075,2
190,68	27,81	17,95	8,73	0,68	9307,05
158,88	28,35	17,95	10,28	0,68	7216,23
162,06	28,35	17,95	10,08	0,68	7433,96
165,24	28,35	17,95	9,88	0,68	7653,84
168,42	28,35	17,95	9,7	0,68	7875,84
171,6	28,35	17,95	9,52	0,68	8099,95
174,78	28,35	17,95	9,34	0,68	8326,15
177,96	28,35	17,95	9,18	0,68	8554,41
181,14	28,35	17,95	9,02	0,68	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,86	0,68	9017,07
187,5	28,35	17,95	8,71	0,68	9251,42
190,68	28,35	17,95	8,56	0,68	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	10,09	0,68	7353,68
162,06	28,89	17,95	9,89	0,68	7575,56
165,24	28,89	17,95	9,7	0,68	7799,63
168,42	28,89	17,95	9,52	0,68	8025,86
171,6	28,89	17,95	9,34	0,68	8254,24
174,78	28,89	17,95	9,17	0,68	8484,74
177,96	28,89	17,95	9,01	0,68	8717,35
181,14	28,89	17,95	8,85	0,68	8952,05
184,32	28,89	17,95	8,69	0,68	9188,82
187,5	28,89	17,95	8,55	0,68	9427,64
190,68	28,89	17,95	8,4	0,68	9668,49
158,88	29,43	17,95	9,9	0,68	7491,13
162,06	29,43	17,95	9,71	0,68	7717,16
165,24	29,43	17,95	9,52	0,68	7945,41
168,42	29,43	17,95	9,34	0,68	8175,87
171,6	29,43	17,95	9,17	0,68	8408,52
174,78	29,43	17,95	9	0,68	8643,34
177,96	29,43	17,95	8,84	0,68	8880,29
181,14	29,43	17,95	8,69	0,68	9119,38
184,32	29,43	17,95	8,54	0,68	9360,57
187,5	29,43	17,95	8,39	0,68	9603,86
190,68	29,43	17,95	8,25	0,68	9849,21
158,88	29,97	17,95	9,72	0,68	7628,59
162,06	29,97	17,95	9,53	0,68	7858,76
165,24	29,97	17,95	9,35	0,68	8091,2
168,42	29,97	17,95	9,17	0,68	8325,89
171,6	29,97	17,95	9	0,68	8562,81
174,78	29,97	17,95	8,84	0,68	8801,93
177,96	29,97	17,95	8,68	0,68	9043,24
181,14	29,97	17,95	8,53	0,68	9286,71
184,32	29,97	17,95	8,38	0,68	9532,33
187,5	29,97	17,95	8,24	0,68	9780,07
190,68	29,97	17,95	8,1	0,68	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	9,55	0,68	7766,04
162,06	30,51	17,95	9,36	0,68	8000,36
165,24	30,51	17,95	9,18	0,68	8236,99
168,42	30,51	17,95	9,01	0,68	8475,91
171,6	30,51	17,95	8,84	0,68	8717,09
174,78	30,51	17,95	8,68	0,68	8960,52
177,96	30,51	17,95	8,53	0,68	9206,18
181,14	30,51	17,95	8,38	0,68	9454,04
184,32	30,51	17,95	8,23	0,68	9704,08
187,5	30,51	17,95	8,09	0,68	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,96	0,68	10210,65
158,88	31,05	17,95	9,39	0,68	7903,49
162,06	31,05	17,95	9,2	0,68	8141,96
165,24	31,05	17,95	9,02	0,68	8382,78
168,42	31,05	17,95	8,85	0,68	8625,92
171,6	31,05	17,95	8,69	0,68	8871,38
174,78	31,05	17,95	8,53	0,68	9119,11
177,96	31,05	17,95	8,38	0,68	9369,12
181,14	31,05	17,95	8,23	0,68	9621,36
184,32	31,05	17,95	8,09	0,68	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,95	0,68	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,82	0,68	10391,37
158,88	31,59	17,95	9,22	0,68	8040,94
162,06	31,59	17,95	9,04	0,68	8283,56
165,24	31,59	17,95	8,87	0,68	8528,56
168,42	31,59	17,95	8,7	0,68	8775,94
171,6	31,59	17,95	8,54	0,68	9025,66
174,78	31,59	17,95	8,39	0,68	9277,71
177,96	31,59	17,95	8,24	0,68	9532,06
181,14	31,59	17,95	8,09	0,68	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,95	0,68	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,82	0,68	10308,73
190,68	31,59	17,95	7,69	0,68	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	9,07	0,68	8178,39
162,06	32,13	17,95	8,89	0,68	8425,16
165,24	32,13	17,95	8,72	0,68	8674,35
168,42	32,13	17,95	8,56	0,68	8925,96
171,6	32,13	17,95	8,4	0,68	9179,95
174,78	32,13	17,95	8,24	0,68	9436,3
177,96	32,13	17,95	8,1	0,68	9695
181,14	32,13	17,95	7,96	0,68	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,82	0,68	10219,34
187,5	32,13	17,95	7,69	0,68	10484,94
190,68	32,13	17,95	7,56	0,68	10752,81
158,88	32,67	17,95	8,92	0,68	8315,85
162,06	32,67	17,95	8,74	0,68	8566,76
165,24	32,67	17,95	8,58	0,68	8820,14
168,42	32,67	17,95	8,41	0,68	9075,97
171,6	32,67	17,95	8,26	0,68	9334,23
174,78	32,67	17,95	8,11	0,68	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,96	0,68	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,82	0,68	10123,35
184,32	32,67	17,95	7,69	0,68	10391,09
187,5	32,67	17,95	7,56	0,68	10661,16
190,68	32,67	17,95	7,43	0,68	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	10,47	0,7	6941,33
162,06	27,27	17,95	10,26	0,7	7150,76
165,24	27,27	17,95	10,06	0,7	7362,26
168,42	27,27	17,95	9,87	0,7	7575,81
171,6	27,27	17,95	9,69	0,7	7791,38
174,78	27,27	17,95	9,51	0,7	8008,96
177,96	27,27	17,95	9,34	0,7	8228,53
181,14	27,27	17,95	9,18	0,7	8450,07
184,32	27,27	17,95	9,02	0,7	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,87	0,7	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,72	0,7	9126,33
158,88	27,81	17,95	10,26	0,7	7078,78
162,06	27,81	17,95	10,06	0,7	7292,36
165,24	27,81	17,95	9,87	0,7	7508,05
168,42	27,81	17,95	9,68	0,7	7725,83
171,6	27,81	17,95	9,5	0,7	7945,67
174,78	27,81	17,95	9,33	0,7	8167,56
177,96	27,81	17,95	9,16	0,7	8391,47
181,14	27,81	17,95	9	0,7	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,85	0,7	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,7	0,7	9075,2
190,68	27,81	17,95	8,55	0,7	9307,05
158,88	28,35	17,95	10,07	0,7	7216,23
162,06	28,35	17,95	9,87	0,7	7433,96
165,24	28,35	17,95	9,68	0,7	7653,84
168,42	28,35	17,95	9,5	0,7	7875,84
171,6	28,35	17,95	9,32	0,7	8099,95
174,78	28,35	17,95	9,15	0,7	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,99	0,7	8554,41
181,14	28,35	17,95	8,83	0,7	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,68	0,7	9017,07
187,5	28,35	17,95	8,53	0,7	9251,42
190,68	28,35	17,95	8,39	0,7	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	9,88	0,7	7353,68
162,06	28,89	17,95	9,69	0,7	7575,56
165,24	28,89	17,95	9,5	0,7	7799,63
168,42	28,89	17,95	9,32	0,7	8025,86
171,6	28,89	17,95	9,15	0,7	8254,24
174,78	28,89	17,95	8,98	0,7	8484,74
177,96	28,89	17,95	8,82	0,7	8717,35
181,14	28,89	17,95	8,66	0,7	8952,05
184,32	28,89	17,95	8,52	0,7	9188,82
187,5	28,89	17,95	8,37	0,7	9427,64
190,68	28,89	17,95	8,23	0,7	9668,49
158,88	29,43	17,95	9,7	0,7	7491,13
162,06	29,43	17,95	9,51	0,7	7717,16
165,24	29,43	17,95	9,32	0,7	7945,41
168,42	29,43	17,95	9,15	0,7	8175,87
171,6	29,43	17,95	8,98	0,7	8408,52
174,78	29,43	17,95	8,82	0,7	8643,34
177,96	29,43	17,95	8,66	0,7	8880,29
181,14	29,43	17,95	8,51	0,7	9119,38
184,32	29,43	17,95	8,36	0,7	9360,57
187,5	29,43	17,95	8,22	0,7	9603,86
190,68	29,43	17,95	8,08	0,7	9849,21
158,88	29,97	17,95	9,52	0,7	7628,59
162,06	29,97	17,95	9,34	0,7	7858,76
165,24	29,97	17,95	9,16	0,7	8091,2
168,42	29,97	17,95	8,98	0,7	8325,89
171,6	29,97	17,95	8,82	0,7	8562,81
174,78	29,97	17,95	8,66	0,7	8801,93
177,96	29,97	17,95	8,5	0,7	9043,24
181,14	29,97	17,95	8,35	0,7	9286,71
184,32	29,97	17,95	8,21	0,7	9532,33
187,5	29,97	17,95	8,07	0,7	9780,07
190,68	29,97	17,95	7,93	0,7	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	9,35	0,7	7766,04
162,06	30,51	17,95	9,17	0,7	8000,36
165,24	30,51	17,95	8,99	0,7	8236,99
168,42	30,51	17,95	8,82	0,7	8475,91
171,6	30,51	17,95	8,66	0,7	8717,09
174,78	30,51	17,95	8,5	0,7	8960,52
177,96	30,51	17,95	8,35	0,7	9206,18
181,14	30,51	17,95	8,2	0,7	9454,04
184,32	30,51	17,95	8,06	0,7	9704,08
187,5	30,51	17,95	7,93	0,7	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,79	0,7	10210,65

158,88	31,05	17,95	9,19	0,7	7903,49
162,06	31,05	17,95	9,01	0,7	8141,96
165,24	31,05	17,95	8,84	0,7	8382,78
168,42	31,05	17,95	8,67	0,7	8625,92
171,6	31,05	17,95	8,51	0,7	8871,38
174,78	31,05	17,95	8,36	0,7	9119,11
177,96	31,05	17,95	8,21	0,7	9369,12
181,14	31,05	17,95	8,06	0,7	9621,36
184,32	31,05	17,95	7,92	0,7	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,79	0,7	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,66	0,7	10391,37

158,88	31,59	17,95	9,03	0,7	8040,94
162,06	31,59	17,95	8,86	0,7	8283,56
165,24	31,59	17,95	8,69	0,7	8528,56
168,42	31,59	17,95	8,52	0,7	8775,94
171,6	31,59	17,95	8,36	0,7	9025,66
174,78	31,59	17,95	8,21	0,7	9277,71
177,96	31,59	17,95	8,07	0,7	9532,06
181,14	31,59	17,95	7,92	0,7	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,79	0,7	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,66	0,7	10308,73
190,68	31,59	17,95	7,53	0,7	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	8,88	0,7	8178,39
162,06	32,13	17,95	8,71	0,7	8425,16
165,24	32,13	17,95	8,54	0,7	8674,35
168,42	32,13	17,95	8,38	0,7	8925,96
171,6	32,13	17,95	8,22	0,7	9179,95
174,78	32,13	17,95	8,07	0,7	9436,3
177,96	32,13	17,95	7,93	0,7	9695
181,14	32,13	17,95	7,79	0,7	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,66	0,7	10219,34
187,5	32,13	17,95	7,53	0,7	10484,94
190,68	32,13	17,95	7,4	0,7	10752,81
158,88	32,67	17,95	8,74	0,7	8315,85
162,06	32,67	17,95	8,56	0,7	8566,76
165,24	32,67	17,95	8,4	0,7	8820,14
168,42	32,67	17,95	8,24	0,7	9075,97
171,6	32,67	17,95	8,09	0,7	9334,23
174,78	32,67	17,95	7,94	0,7	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,8	0,7	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,66	0,7	10123,35
184,32	32,67	17,95	7,53	0,7	10391,09
187,5	32,67	17,95	7,4	0,7	10661,16
190,68	32,67	17,95	7,28	0,7	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	10,25	0,71	6941,33
162,06	27,27	17,95	10,05	0,71	7150,76
165,24	27,27	17,95	9,86	0,71	7362,26
168,42	27,27	17,95	9,67	0,71	7575,81
171,6	27,27	17,95	9,49	0,71	7791,38
174,78	27,27	17,95	9,32	0,71	8008,96
177,96	27,27	17,95	9,15	0,71	8228,53
181,14	27,27	17,95	8,99	0,71	8450,07
184,32	27,27	17,95	8,84	0,71	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,69	0,71	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,54	0,71	9126,33
158,88	27,81	17,95	10,06	0,71	7078,78
162,06	27,81	17,95	9,86	0,71	7292,36
165,24	27,81	17,95	9,67	0,71	7508,05
168,42	27,81	17,95	9,49	0,71	7725,83
171,6	27,81	17,95	9,31	0,71	7945,67
174,78	27,81	17,95	9,14	0,71	8167,56
177,96	27,81	17,95	8,98	0,71	8391,47
181,14	27,81	17,95	8,82	0,71	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,67	0,71	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,52	0,71	9075,2
190,68	27,81	17,95	8,38	0,71	9307,05
158,88	28,35	17,95	9,86	0,71	7216,23
162,06	28,35	17,95	9,67	0,71	7433,96
165,24	28,35	17,95	9,48	0,71	7653,84
168,42	28,35	17,95	9,31	0,71	7875,84
171,6	28,35	17,95	9,13	0,71	8099,95
174,78	28,35	17,95	8,97	0,71	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,81	0,71	8554,41
181,14	28,35	17,95	8,65	0,71	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,5	0,71	9017,07
187,5	28,35	17,95	8,36	0,71	9251,42
190,68	28,35	17,95	8,22	0,71	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	9,68	0,71	7353,68
162,06	28,89	17,95	9,49	0,71	7575,56
165,24	28,89	17,95	9,31	0,71	7799,63
168,42	28,89	17,95	9,13	0,71	8025,86
171,6	28,89	17,95	8,96	0,71	8254,24
174,78	28,89	17,95	8,8	0,71	8484,74
177,96	28,89	17,95	8,64	0,71	8717,35
181,14	28,89	17,95	8,49	0,71	8952,05
184,32	28,89	17,95	8,34	0,71	9188,82
187,5	28,89	17,95	8,2	0,71	9427,64
190,68	28,89	17,95	8,07	0,71	9668,49

158,88	29,43	17,95	9,5	0,71	7491,13
162,06	29,43	17,95	9,32	0,71	7717,16
165,24	29,43	17,95	9,14	0,71	7945,41
168,42	29,43	17,95	8,96	0,71	8175,87
171,6	29,43	17,95	8,8	0,71	8408,52
174,78	29,43	17,95	8,64	0,71	8643,34
177,96	29,43	17,95	8,48	0,71	8880,29
181,14	29,43	17,95	8,33	0,71	9119,38
184,32	29,43	17,95	8,19	0,71	9360,57
187,5	29,43	17,95	8,05	0,71	9603,86
190,68	29,43	17,95	7,92	0,71	9849,21

158,88	29,97	17,95	9,33	0,71	7628,59
162,06	29,97	17,95	9,15	0,71	7858,76
165,24	29,97	17,95	8,97	0,71	8091,2
168,42	29,97	17,95	8,8	0,71	8325,89
171,6	29,97	17,95	8,64	0,71	8562,81
174,78	29,97	17,95	8,48	0,71	8801,93
177,96	29,97	17,95	8,33	0,71	9043,24
181,14	29,97	17,95	8,18	0,71	9286,71
184,32	29,97	17,95	8,04	0,71	9532,33
187,5	29,97	17,95	7,91	0,71	9780,07
190,68	29,97	17,95	7,77	0,71	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	9,17	0,71	7766,04
162,06	30,51	17,95	8,99	0,71	8000,36
165,24	30,51	17,95	8,81	0,71	8236,99
168,42	30,51	17,95	8,65	0,71	8475,91
171,6	30,51	17,95	8,49	0,71	8717,09
174,78	30,51	17,95	8,33	0,71	8960,52
177,96	30,51	17,95	8,18	0,71	9206,18
181,14	30,51	17,95	8,04	0,71	9454,04
184,32	30,51	17,95	7,9	0,71	9704,08
187,5	30,51	17,95	7,77	0,71	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,64	0,71	10210,65

158,88	31,05	17,95	9,01	0,71	7903,49
162,06	31,05	17,95	8,83	0,71	8141,96
165,24	31,05	17,95	8,66	0,71	8382,78
168,42	31,05	17,95	8,5	0,71	8625,92
171,6	31,05	17,95	8,34	0,71	8871,38
174,78	31,05	17,95	8,19	0,71	9119,11
177,96	31,05	17,95	8,04	0,71	9369,12
181,14	31,05	17,95	7,9	0,71	9621,36
184,32	31,05	17,95	7,76	0,71	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,63	0,71	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,5	0,71	10391,37

158,88	31,59	17,95	8,85	0,71	8040,94
162,06	31,59	17,95	8,68	0,71	8283,56
165,24	31,59	17,95	8,51	0,71	8528,56
168,42	31,59	17,95	8,35	0,71	8775,94
171,6	31,59	17,95	8,2	0,71	9025,66
174,78	31,59	17,95	8,05	0,71	9277,71
177,96	31,59	17,95	7,9	0,71	9532,06
181,14	31,59	17,95	7,76	0,71	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,63	0,71	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,5	0,71	10308,73
190,68	31,59	17,95	7,38	0,71	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	8,7	0,71	8178,39
162,06	32,13	17,95	8,53	0,71	8425,16
165,24	32,13	17,95	8,37	0,71	8674,35
168,42	32,13	17,95	8,21	0,71	8925,96
171,6	32,13	17,95	8,06	0,71	9179,95
174,78	32,13	17,95	7,91	0,71	9436,3
177,96	32,13	17,95	7,77	0,71	9695
181,14	32,13	17,95	7,63	0,71	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,5	0,71	10219,34
187,5	32,13	17,95	7,37	0,71	10484,94
190,68	32,13	17,95	7,25	0,71	10752,81
158,88	32,67	17,95	8,56	0,71	8315,85
162,06	32,67	17,95	8,39	0,71	8566,76
165,24	32,67	17,95	8,23	0,71	8820,14
168,42	32,67	17,95	8,07	0,71	9075,97
171,6	32,67	17,95	7,92	0,71	9334,23
174,78	32,67	17,95	7,78	0,71	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,64	0,71	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,51	0,71	10123,35
184,32	32,67	17,95	7,38	0,71	10391,09
187,5	32,67	17,95	7,25	0,71	10661,16
190,68	32,67	17,95	7,13	0,71	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	10,05	0,73	6941,33
162,06	27,27	17,95	9,85	0,73	7150,76
165,24	27,27	17,95	9,66	0,73	7362,26
168,42	27,27	17,95	9,48	0,73	7575,81
171,6	27,27	17,95	9,31	0,73	7791,38
174,78	27,27	17,95	9,14	0,73	8008,96
177,96	27,27	17,95	8,97	0,73	8228,53
181,14	27,27	17,95	8,82	0,73	8450,07
184,32	27,27	17,95	8,66	0,73	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,52	0,73	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,38	0,73	9126,33
158,88	27,81	17,95	9,86	0,73	7078,78
162,06	27,81	17,95	9,66	0,73	7292,36
165,24	27,81	17,95	9,48	0,73	7508,05
168,42	27,81	17,95	9,3	0,73	7725,83
171,6	27,81	17,95	9,13	0,73	7945,67
174,78	27,81	17,95	8,96	0,73	8167,56
177,96	27,81	17,95	8,8	0,73	8391,47
181,14	27,81	17,95	8,64	0,73	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,5	0,73	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,35	0,73	9075,2
190,68	27,81	17,95	8,21	0,73	9307,05
158,88	28,35	17,95	9,67	0,73	7216,23
162,06	28,35	17,95	9,48	0,73	7433,96
165,24	28,35	17,95	9,3	0,73	7653,84
168,42	28,35	17,95	9,12	0,73	7875,84
171,6	28,35	17,95	8,95	0,73	8099,95
174,78	28,35	17,95	8,79	0,73	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,63	0,73	8554,41
181,14	28,35	17,95	8,48	0,73	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,33	0,73	9017,07
187,5	28,35	17,95	8,19	0,73	9251,42
190,68	28,35	17,95	8,06	0,73	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	9,49	0,73	7353,68
162,06	28,89	17,95	9,3	0,73	7575,56
165,24	28,89	17,95	9,12	0,73	7799,63
168,42	28,89	17,95	8,95	0,73	8025,86
171,6	28,89	17,95	8,78	0,73	8254,24
174,78	28,89	17,95	8,62	0,73	8484,74
177,96	28,89	17,95	8,47	0,73	8717,35
181,14	28,89	17,95	8,32	0,73	8952,05
184,32	28,89	17,95	8,18	0,73	9188,82
187,5	28,89	17,95	8,04	0,73	9427,64
190,68	28,89	17,95	7,91	0,73	9668,49

158,88	29,43	17,95	9,31	0,73	7491,13
162,06	29,43	17,95	9,13	0,73	7717,16
165,24	29,43	17,95	8,96	0,73	7945,41
168,42	29,43	17,95	8,79	0,73	8175,87
171,6	29,43	17,95	8,62	0,73	8408,52
174,78	29,43	17,95	8,47	0,73	8643,34
177,96	29,43	17,95	8,32	0,73	8880,29
181,14	29,43	17,95	8,17	0,73	9119,38
184,32	29,43	17,95	8,03	0,73	9360,57
187,5	29,43	17,95	7,89	0,73	9603,86
190,68	29,43	17,95	7,76	0,73	9849,21

158,88	29,97	17,95	9,15	0,73	7628,59
162,06	29,97	17,95	8,97	0,73	7858,76
165,24	29,97	17,95	8,79	0,73	8091,2
168,42	29,97	17,95	8,63	0,73	8325,89
171,6	29,97	17,95	8,47	0,73	8562,81
174,78	29,97	17,95	8,31	0,73	8801,93
177,96	29,97	17,95	8,17	0,73	9043,24
181,14	29,97	17,95	8,02	0,73	9286,71
184,32	29,97	17,95	7,88	0,73	9532,33
187,5	29,97	17,95	7,75	0,73	9780,07
190,68	29,97	17,95	7,62	0,73	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	8,98	0,73	7766,04
162,06	30,51	17,95	8,81	0,73	8000,36
165,24	30,51	17,95	8,64	0,73	8236,99
168,42	30,51	17,95	8,48	0,73	8475,91
171,6	30,51	17,95	8,32	0,73	8717,09
174,78	30,51	17,95	8,17	0,73	8960,52
177,96	30,51	17,95	8,02	0,73	9206,18
181,14	30,51	17,95	7,88	0,73	9454,04
184,32	30,51	17,95	7,74	0,73	9704,08
187,5	30,51	17,95	7,61	0,73	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,49	0,73	10210,65

158,88	31,05	17,95	8,83	0,73	7903,49
162,06	31,05	17,95	8,65	0,73	8141,96
165,24	31,05	17,95	8,49	0,73	8382,78
168,42	31,05	17,95	8,33	0,73	8625,92
171,6	31,05	17,95	8,17	0,73	8871,38
174,78	31,05	17,95	8,02	0,73	9119,11
177,96	31,05	17,95	7,88	0,73	9369,12
181,14	31,05	17,95	7,74	0,73	9621,36
184,32	31,05	17,95	7,61	0,73	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,48	0,73	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,36	0,73	10391,37

158,88	31,59	17,95	8,68	0,73	8040,94
162,06	31,59	17,95	8,51	0,73	8283,56
165,24	31,59	17,95	8,34	0,73	8528,56
168,42	31,59	17,95	8,19	0,73	8775,94
171,6	31,59	17,95	8,03	0,73	9025,66
174,78	31,59	17,95	7,89	0,73	9277,71
177,96	31,59	17,95	7,75	0,73	9532,06
181,14	31,59	17,95	7,61	0,73	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,48	0,73	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,35	0,73	10308,73
190,68	31,59	17,95	7,23	0,73	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	8,53	0,73	8178,39
162,06	32,13	17,95	8,36	0,73	8425,16
165,24	32,13	17,95	8,2	0,73	8674,35
168,42	32,13	17,95	8,05	0,73	8925,96
171,6	32,13	17,95	7,9	0,73	9179,95
174,78	32,13	17,95	7,75	0,73	9436,3
177,96	32,13	17,95	7,62	0,73	9695
181,14	32,13	17,95	7,48	0,73	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,35	0,73	10219,34
187,5	32,13	17,95	7,23	0,73	10484,94
190,68	32,13	17,95	7,11	0,73	10752,81
158,88	32,67	17,95	8,39	0,73	8315,85
162,06	32,67	17,95	8,23	0,73	8566,76
165,24	32,67	17,95	8,07	0,73	8820,14
168,42	32,67	17,95	7,91	0,73	9075,97
171,6	32,67	17,95	7,77	0,73	9334,23
174,78	32,67	17,95	7,63	0,73	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,49	0,73	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,36	0,73	10123,35
184,32	32,67	17,95	7,23	0,73	10391,09
187,5	32,67	17,95	7,11	0,73	10661,16
190,68	32,67	17,95	6,99	0,73	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	9,86	0,74	6941,33
162,06	27,27	17,95	9,66	0,74	7150,76
165,24	27,27	17,95	9,48	0,74	7362,26
168,42	27,27	17,95	9,3	0,74	7575,81
171,6	27,27	17,95	9,13	0,74	7791,38
174,78	27,27	17,95	8,96	0,74	8008,96
177,96	27,27	17,95	8,8	0,74	8228,53
181,14	27,27	17,95	8,64	0,74	8450,07
184,32	27,27	17,95	8,5	0,74	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,35	0,74	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,21	0,74	9126,33
158,88	27,81	17,95	9,66	0,74	7078,78
162,06	27,81	17,95	9,48	0,74	7292,36
165,24	27,81	17,95	9,29	0,74	7508,05
168,42	27,81	17,95	9,12	0,74	7725,83
171,6	27,81	17,95	8,95	0,74	7945,67
174,78	27,81	17,95	8,79	0,74	8167,56
177,96	27,81	17,95	8,63	0,74	8391,47
181,14	27,81	17,95	8,48	0,74	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,33	0,74	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,19	0,74	9075,2
190,68	27,81	17,95	8,05	0,74	9307,05
158,88	28,35	17,95	9,48	0,74	7216,23
162,06	28,35	17,95	9,29	0,74	7433,96
165,24	28,35	17,95	9,12	0,74	7653,84
168,42	28,35	17,95	8,94	0,74	7875,84
171,6	28,35	17,95	8,78	0,74	8099,95
174,78	28,35	17,95	8,62	0,74	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,46	0,74	8554,41
181,14	28,35	17,95	8,32	0,74	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,17	0,74	9017,07
187,5	28,35	17,95	8,03	0,74	9251,42
190,68	28,35	17,95	7,9	0,74	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	9,3	0,74	7353,68
162,06	28,89	17,95	9,12	0,74	7575,56
165,24	28,89	17,95	8,95	0,74	7799,63
168,42	28,89	17,95	8,78	0,74	8025,86
171,6	28,89	17,95	8,61	0,74	8254,24
174,78	28,89	17,95	8,46	0,74	8484,74
177,96	28,89	17,95	8,31	0,74	8717,35
181,14	28,89	17,95	8,16	0,74	8952,05
184,32	28,89	17,95	8,02	0,74	9188,82
187,5	28,89	17,95	7,88	0,74	9427,64
190,68	28,89	17,95	7,75	0,74	9668,49
158,88	29,43	17,95	9,13	0,74	7491,13
162,06	29,43	17,95	8,95	0,74	7717,16
165,24	29,43	17,95	8,78	0,74	7945,41
168,42	29,43	17,95	8,62	0,74	8175,87
171,6	29,43	17,95	8,46	0,74	8408,52
174,78	29,43	17,95	8,3	0,74	8643,34
177,96	29,43	17,95	8,15	0,74	8880,29
181,14	29,43	17,95	8,01	0,74	9119,38
184,32	29,43	17,95	7,87	0,74	9360,57
187,5	29,43	17,95	7,74	0,74	9603,86
190,68	29,43	17,95	7,61	0,74	9849,21
158,88	29,97	17,95	8,97	0,74	7628,59
162,06	29,97	17,95	8,79	0,74	7858,76
165,24	29,97	17,95	8,62	0,74	8091,2
168,42	29,97	17,95	8,46	0,74	8325,89
171,6	29,97	17,95	8,3	0,74	8562,81
174,78	29,97	17,95	8,15	0,74	8801,93
177,96	29,97	17,95	8,01	0,74	9043,24
181,14	29,97	17,95	7,87	0,74	9286,71
184,32	29,97	17,95	7,73	0,74	9532,33
187,5	29,97	17,95	7,6	0,74	9780,07
190,68	29,97	17,95	7,47	0,74	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	8,81	0,74	7766,04
162,06	30,51	17,95	8,64	0,74	8000,36
165,24	30,51	17,95	8,47	0,74	8236,99
168,42	30,51	17,95	8,31	0,74	8475,91
171,6	30,51	17,95	8,16	0,74	8717,09
174,78	30,51	17,95	8,01	0,74	8960,52
177,96	30,51	17,95	7,86	0,74	9206,18
181,14	30,51	17,95	7,73	0,74	9454,04
184,32	30,51	17,95	7,59	0,74	9704,08
187,5	30,51	17,95	7,46	0,74	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,34	0,74	10210,65

158,88	31,05	17,95	8,66	0,74	7903,49
162,06	31,05	17,95	8,49	0,74	8141,96
165,24	31,05	17,95	8,32	0,74	8382,78
168,42	31,05	17,95	8,17	0,74	8625,92
171,6	31,05	17,95	8,01	0,74	8871,38
174,78	31,05	17,95	7,87	0,74	9119,11
177,96	31,05	17,95	7,73	0,74	9369,12
181,14	31,05	17,95	7,59	0,74	9621,36
184,32	31,05	17,95	7,46	0,74	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,33	0,74	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,21	0,74	10391,37

158,88	31,59	17,95	8,51	0,74	8040,94
162,06	31,59	17,95	8,34	0,74	8283,56
165,24	31,59	17,95	8,18	0,74	8528,56
168,42	31,59	17,95	8,03	0,74	8775,94
171,6	31,59	17,95	7,88	0,74	9025,66
174,78	31,59	17,95	7,73	0,74	9277,71
177,96	31,59	17,95	7,6	0,74	9532,06
181,14	31,59	17,95	7,46	0,74	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,33	0,74	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,21	0,74	10308,73
190,68	31,59	17,95	7,09	0,74	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	8,37	0,74	8178,39
162,06	32,13	17,95	8,2	0,74	8425,16
165,24	32,13	17,95	8,04	0,74	8674,35
168,42	32,13	17,95	7,89	0,74	8925,96
171,6	32,13	17,95	7,75	0,74	9179,95
174,78	32,13	17,95	7,6	0,74	9436,3
177,96	32,13	17,95	7,47	0,74	9695
181,14	32,13	17,95	7,34	0,74	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,21	0,74	10219,34
187,5	32,13	17,95	7,09	0,74	10484,94
190,68	32,13	17,95	6,97	0,74	10752,81
158,88	32,67	17,95	8,23	0,74	8315,85
162,06	32,67	17,95	8,07	0,74	8566,76
165,24	32,67	17,95	7,91	0,74	8820,14
168,42	32,67	17,95	7,76	0,74	9075,97
171,6	32,67	17,95	7,62	0,74	9334,23
174,78	32,67	17,95	7,48	0,74	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,34	0,74	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,22	0,74	10123,35
184,32	32,67	17,95	7,09	0,74	10391,09
187,5	32,67	17,95	6,97	0,74	10661,16
190,68	32,67	17,95	6,85	0,74	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	9,67	0,76	6941,33
162,06	27,27	17,95	9,48	0,76	7150,76
165,24	27,27	17,95	9,3	0,76	7362,26
168,42	27,27	17,95	9,12	0,76	7575,81
171,6	27,27	17,95	8,95	0,76	7791,38
174,78	27,27	17,95	8,79	0,76	8008,96
177,96	27,27	17,95	8,63	0,76	8228,53
181,14	27,27	17,95	8,48	0,76	8450,07
184,32	27,27	17,95	8,33	0,76	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,19	0,76	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,06	0,76	9126,33
158,88	27,81	17,95	9,48	0,76	7078,78
162,06	27,81	17,95	9,29	0,76	7292,36
165,24	27,81	17,95	9,12	0,76	7508,05
168,42	27,81	17,95	8,94	0,76	7725,83
171,6	27,81	17,95	8,78	0,76	7945,67
174,78	27,81	17,95	8,62	0,76	8167,56
177,96	27,81	17,95	8,46	0,76	8391,47
181,14	27,81	17,95	8,32	0,76	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,17	0,76	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,03	0,76	9075,2
190,68	27,81	17,95	7,9	0,76	9307,05
158,88	28,35	17,95	9,3	0,76	7216,23
162,06	28,35	17,95	9,12	0,76	7433,96
165,24	28,35	17,95	8,94	0,76	7653,84
168,42	28,35	17,95	8,77	0,76	7875,84
171,6	28,35	17,95	8,61	0,76	8099,95
174,78	28,35	17,95	8,45	0,76	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,3	0,76	8554,41
181,14	28,35	17,95	8,16	0,76	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,02	0,76	9017,07
187,5	28,35	17,95	7,88	0,76	9251,42
190,68	28,35	17,95	7,75	0,76	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	9,67	0,76	6941,33
162,06	27,27	17,95	9,48	0,76	7150,76
165,24	27,27	17,95	9,3	0,76	7362,26
168,42	27,27	17,95	9,12	0,76	7575,81
171,6	27,27	17,95	8,95	0,76	7791,38
174,78	27,27	17,95	8,79	0,76	8008,96
177,96	27,27	17,95	8,63	0,76	8228,53
181,14	27,27	17,95	8,48	0,76	8450,07
184,32	27,27	17,95	8,33	0,76	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,19	0,76	8898,99
190,68	27,27	17,95	8,06	0,76	9126,33
158,88	27,81	17,95	9,48	0,76	7078,78
162,06	27,81	17,95	9,29	0,76	7292,36
165,24	27,81	17,95	9,12	0,76	7508,05
168,42	27,81	17,95	8,94	0,76	7725,83
171,6	27,81	17,95	8,78	0,76	7945,67
174,78	27,81	17,95	8,62	0,76	8167,56
177,96	27,81	17,95	8,46	0,76	8391,47
181,14	27,81	17,95	8,32	0,76	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,17	0,76	8845,31
187,5	27,81	17,95	8,03	0,76	9075,2
190,68	27,81	17,95	7,9	0,76	9307,05
158,88	28,35	17,95	9,3	0,76	7216,23
162,06	28,35	17,95	9,12	0,76	7433,96
165,24	28,35	17,95	8,94	0,76	7653,84
168,42	28,35	17,95	8,77	0,76	7875,84
171,6	28,35	17,95	8,61	0,76	8099,95
174,78	28,35	17,95	8,45	0,76	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,3	0,76	8554,41
181,14	28,35	17,95	8,16	0,76	8784,72
184,32	28,35	17,95	8,02	0,76	9017,07
187,5	28,35	17,95	7,88	0,76	9251,42
190,68	28,35	17,95	7,75	0,76	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	8,64	0,76	7766,04
162,06	30,51	17,95	8,47	0,76	8000,36
165,24	30,51	17,95	8,31	0,76	8236,99
168,42	30,51	17,95	8,15	0,76	8475,91
171,6	30,51	17,95	8	0,76	8717,09
174,78	30,51	17,95	7,86	0,76	8960,52
177,96	30,51	17,95	7,72	0,76	9206,18
181,14	30,51	17,95	7,58	0,76	9454,04
184,32	30,51	17,95	7,45	0,76	9704,08
187,5	30,51	17,95	7,32	0,76	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,2	0,76	10210,65

158,88	31,05	17,95	8,49	0,76	7903,49
162,06	31,05	17,95	8,32	0,76	8141,96
165,24	31,05	17,95	8,16	0,76	8382,78
168,42	31,05	17,95	8,01	0,76	8625,92
171,6	31,05	17,95	7,86	0,76	8871,38
174,78	31,05	17,95	7,72	0,76	9119,11
177,96	31,05	17,95	7,58	0,76	9369,12
181,14	31,05	17,95	7,45	0,76	9621,36
184,32	31,05	17,95	7,32	0,76	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,2	0,76	10132,51
190,68	31,05	17,95	7,08	0,76	10391,37

158,88	31,59	17,95	8,35	0,76	8040,94
162,06	31,59	17,95	8,18	0,76	8283,56
165,24	31,59	17,95	8,02	0,76	8528,56
168,42	31,59	17,95	7,87	0,76	8775,94
171,6	31,59	17,95	7,73	0,76	9025,66
174,78	31,59	17,95	7,59	0,76	9277,71
177,96	31,59	17,95	7,45	0,76	9532,06
181,14	31,59	17,95	7,32	0,76	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,19	0,76	10047,59
187,5	31,59	17,95	7,07	0,76	10308,73
190,68	31,59	17,95	6,95	0,76	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	8,21	0,76	8178,39
162,06	32,13	17,95	8,04	0,76	8425,16
165,24	32,13	17,95	7,89	0,76	8674,35
168,42	32,13	17,95	7,74	0,76	8925,96
171,6	32,13	17,95	7,6	0,76	9179,95
174,78	32,13	17,95	7,46	0,76	9436,3
177,96	32,13	17,95	7,33	0,76	9695
181,14	32,13	17,95	7,2	0,76	9956,02
184,32	32,13	17,95	7,07	0,76	10219,34
187,5	32,13	17,95	6,95	0,76	10484,94
190,68	32,13	17,95	6,84	0,76	10752,81
158,88	32,67	17,95	8,07	0,76	8315,85
162,06	32,67	17,95	7,91	0,76	8566,76
165,24	32,67	17,95	7,76	0,76	8820,14
168,42	32,67	17,95	7,61	0,76	9075,97
171,6	32,67	17,95	7,47	0,76	9334,23
174,78	32,67	17,95	7,34	0,76	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,21	0,76	9857,94
181,14	32,67	17,95	7,08	0,76	10123,35
184,32	32,67	17,95	6,96	0,76	10391,09
187,5	32,67	17,95	6,84	0,76	10661,16
190,68	32,67	17,95	6,72	0,76	10933,53

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	27,27	17,95	9,49	0,77	6941,33
162,06	27,27	17,95	9,3	0,77	7150,76
165,24	27,27	17,95	9,12	0,77	7362,26
168,42	27,27	17,95	8,95	0,77	7575,81
171,6	27,27	17,95	8,78	0,77	7791,38
174,78	27,27	17,95	8,62	0,77	8008,96
177,96	27,27	17,95	8,47	0,77	8228,53
181,14	27,27	17,95	8,32	0,77	8450,07
184,32	27,27	17,95	8,18	0,77	8673,56
187,5	27,27	17,95	8,04	0,77	8898,99
190,68	27,27	17,95	7,91	0,77	9126,33
158,88	27,81	17,95	9,3	0,77	7078,78
162,06	27,81	17,95	9,12	0,77	7292,36
165,24	27,81	17,95	8,95	0,77	7508,05
168,42	27,81	17,95	8,78	0,77	7725,83
171,6	27,81	17,95	8,61	0,77	7945,67
174,78	27,81	17,95	8,46	0,77	8167,56
177,96	27,81	17,95	8,31	0,77	8391,47
181,14	27,81	17,95	8,16	0,77	8617,4
184,32	27,81	17,95	8,02	0,77	8845,31
187,5	27,81	17,95	7,88	0,77	9075,2
190,68	27,81	17,95	7,75	0,77	9307,05
158,88	28,35	17,95	9,13	0,77	7216,23
162,06	28,35	17,95	8,95	0,77	7433,96
165,24	28,35	17,95	8,77	0,77	7653,84
168,42	28,35	17,95	8,61	0,77	7875,84
171,6	28,35	17,95	8,45	0,77	8099,95
174,78	28,35	17,95	8,3	0,77	8326,15
177,96	28,35	17,95	8,15	0,77	8554,41
181,14	28,35	17,95	8	0,77	8784,72
184,32	28,35	17,95	7,87	0,77	9017,07
187,5	28,35	17,95	7,73	0,77	9251,42
190,68	28,35	17,95	7,6	0,77	9487,77

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	28,89	17,95	8,96	0,77	7353,68
162,06	28,89	17,95	8,78	0,77	7575,56
165,24	28,89	17,95	8,61	0,77	7799,63
168,42	28,89	17,95	8,45	0,77	8025,86
171,6	28,89	17,95	8,29	0,77	8254,24
174,78	28,89	17,95	8,14	0,77	8484,74
177,96	28,89	17,95	8	0,77	8717,35
181,14	28,89	17,95	7,86	0,77	8952,05
184,32	28,89	17,95	7,72	0,77	9188,82
187,5	28,89	17,95	7,59	0,77	9427,64
190,68	28,89	17,95	7,46	0,77	9668,49

158,88	29,43	17,95	8,79	0,77	7491,13
162,06	29,43	17,95	8,62	0,77	7717,16
165,24	29,43	17,95	8,45	0,77	7945,41
168,42	29,43	17,95	8,29	0,77	8175,87
171,6	29,43	17,95	8,14	0,77	8408,52
174,78	29,43	17,95	7,99	0,77	8643,34
177,96	29,43	17,95	7,85	0,77	8880,29
181,14	29,43	17,95	7,71	0,77	9119,38
184,32	29,43	17,95	7,58	0,77	9360,57
187,5	29,43	17,95	7,45	0,77	9603,86
190,68	29,43	17,95	7,33	0,77	9849,21

158,88	29,97	17,95	8,63	0,77	7628,59
162,06	29,97	17,95	8,46	0,77	7858,76
165,24	29,97	17,95	8,3	0,77	8091,2
168,42	29,97	17,95	8,14	0,77	8325,89
171,6	29,97	17,95	7,99	0,77	8562,81
174,78	29,97	17,95	7,85	0,77	8801,93
177,96	29,97	17,95	7,71	0,77	9043,24
181,14	29,97	17,95	7,57	0,77	9286,71
184,32	29,97	17,95	7,44	0,77	9532,33
187,5	29,97	17,95	7,32	0,77	9780,07
190,68	29,97	17,95	7,19	0,77	10029,93

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	30,51	17,95	8,48	0,77	7766,04
162,06	30,51	17,95	8,31	0,77	8000,36
165,24	30,51	17,95	8,15	0,77	8236,99
168,42	30,51	17,95	8	0,77	8475,91
171,6	30,51	17,95	7,85	0,77	8717,09
174,78	30,51	17,95	7,71	0,77	8960,52
177,96	30,51	17,95	7,57	0,77	9206,18
181,14	30,51	17,95	7,44	0,77	9454,04
184,32	30,51	17,95	7,31	0,77	9704,08
187,5	30,51	17,95	7,19	0,77	9956,29
190,68	30,51	17,95	7,07	0,77	10210,65

158,88	31,05	17,95	8,33	0,77	7903,49
162,06	31,05	17,95	8,17	0,77	8141,96
165,24	31,05	17,95	8,01	0,77	8382,78
168,42	31,05	17,95	7,86	0,77	8625,92
171,6	31,05	17,95	7,72	0,77	8871,38
174,78	31,05	17,95	7,57	0,77	9119,11
177,96	31,05	17,95	7,44	0,77	9369,12
181,14	31,05	17,95	7,31	0,77	9621,36
184,32	31,05	17,95	7,18	0,77	9875,83
187,5	31,05	17,95	7,06	0,77	10132,51
190,68	31,05	17,95	6,94	0,77	10391,37

158,88	31,59	17,95	8,19	0,77	8040,94
162,06	31,59	17,95	8,03	0,77	8283,56
165,24	31,59	17,95	7,87	0,77	8528,56
168,42	31,59	17,95	7,73	0,77	8775,94
171,6	31,59	17,95	7,58	0,77	9025,66
174,78	31,59	17,95	7,45	0,77	9277,71
177,96	31,59	17,95	7,31	0,77	9532,06
181,14	31,59	17,95	7,18	0,77	9788,69
184,32	31,59	17,95	7,06	0,77	10047,59
187,5	31,59	17,95	6,94	0,77	10308,73
190,68	31,59	17,95	6,82	0,77	10572,09

L	B	D	T	Cb	PS
158,88	32,13	17,95	8,05	0,77	8178,39
162,06	32,13	17,95	7,89	0,77	8425,16
165,24	32,13	17,95	7,74	0,77	8674,35
168,42	32,13	17,95	7,6	0,77	8925,96
171,6	32,13	17,95	7,46	0,77	9179,95
174,78	32,13	17,95	7,32	0,77	9436,3
177,96	32,13	17,95	7,19	0,77	9695
181,14	32,13	17,95	7,06	0,77	9956,02
184,32	32,13	17,95	6,94	0,77	10219,34
187,5	32,13	17,95	6,82	0,77	10484,94
190,68	32,13	17,95	6,71	0,77	10752,81
158,88	32,67	17,95	7,92	0,77	8315,85
162,06	32,67	17,95	7,76	0,77	8566,76
165,24	32,67	17,95	7,61	0,77	8820,14
168,42	32,67	17,95	7,47	0,77	9075,97
171,6	32,67	17,95	7,33	0,77	9334,23
174,78	32,67	17,95	7,2	0,77	9594,89
177,96	32,67	17,95	7,07	0,77	9857,94
181,14	32,67	17,95	6,95	0,77	10123,35
184,32	32,67	17,95	6,83	0,77	10391,09
187,5	32,67	17,95	6,71	0,77	10661,16
190,68	32,67	17,95	6,6	0,77	10933,53

Anexo 3: Reportes de NavCad 2012 para la elección del motor

Resistance

29 mar 2016 04:40

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name Estimación preliminar propulsor.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Off]
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Margin:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[On]	1,263	Water type:	Salt
Speed corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[Off]		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off]			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,23	0,69	5,52	3,47	0,84
Range	0,06-0,59	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,06

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
12,00	0,152	0,352	8,74e8	0,001556	1,263	0,000419	0,000000	0,000403	0,002787
13,00	0,165	0,381	9,47e8	0,001541	1,263	0,000426	0,000000	0,000394	0,002767
14,00	0,177	0,411	1,02e9	0,001527	1,263	0,000453	0,000000	0,000386	0,002767
15,00	0,190	0,440	1,09e9	0,001514	1,263	0,000503	0,000000	0,000378	0,002793
16,00	0,203	0,469	1,17e9	0,001502	1,263	0,000581	0,000000	0,000370	0,002848
17,00	0,215	0,499	1,24e9	0,001491	1,263	0,000688	0,000000	0,000363	0,002933
+ 18,00 +	0,228	0,528	1,31e9	0,001480	1,263	0,000833	0,000000	0,000356	0,003058
19,00	0,241	0,557	1,38e9	0,001471	1,263	0,001006	0,000000	0,000349	0,003212
RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
12,00	330,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	330,12	2038,0	2038,0
13,00	384,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	384,57	2571,9	2571,9
14,00	446,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	446,08	3212,8	3212,8
15,00	516,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	516,87	3988,5	3988,5
16,00	599,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	599,62	4935,6	4935,6
17,00	697,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,20	6097,4	6097,4
+ 18,00 +	814,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	814,97	7546,6	7546,6
19,00	953,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	953,65	9321,4	9321,4
OTHER									
SPEED [kt]	CTLR	CTLT							
12,00	0,00692	0,04607							
13,00	0,00704	0,04573							
14,00	0,00748	0,04574							
15,00	0,00831	0,04616							
16,00	0,00960	0,04707							
17,00	0,01136	0,04848							
+ 18,00 +	0,01377	0,05055							
19,00	0,01662	0,05309							

Report ID20160329-1640

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

29 mar 2016 04:40

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Estimación preliminar propulsor.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	168,420 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,520] 30,510 m	VCg below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,467] 8,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,683] 31668,00 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 6,156] 6057,7 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 84,210 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 84,210 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,982] 263,7 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,778] 3996,1 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	21,2 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	6,300 m	Propeller diameter	6000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	6,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,080] 21,0 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m		
Half entrance angle:	24,83 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		

Report ID20160329-1640

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

29 mar 2016 04:40

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name **Estimación preliminar propulsor.hcnc****Appendage data**

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	10,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	2	Height fwd:	0,000 m
Max prop diam:	6000,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,0 m2		
Wetted surface:	0,0 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	0,0 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,0 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	0,0 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	0,0 m2		

Report ID20160329-1640

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

4 abr 2016 06:39

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Estimación preliminar propulsor.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction	System analysis
Technique:	Cavitation criteria: Keller eqn
Prediction: [Off]	Analysis type: Free run
Reference ship:	CPP method:
Max prop diam:	Engine RPM:
	Mass multiplier:
	RPM constraint:
	Limit [RPM/s]:
Corrections	Water properties
Viscous scale corr:	Water type: Salt
Rudder location:	Density: 1026,00 kg/m3
Friction line:	Viscosity: 1,18920e-6 m2/s
Hull form factor:	
Corr allowance:	
Roughness [mm]:	
Ducted prop corr:	
Tunnel stern corr:	
Effective diam:	
Recess depth:	

Prediction method check [Simple Ship]

Parameters	FN [design]	CVOL
Value	0,23	5,37
Range	0,05-0,40	4,00-11,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE		
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	
12,00	2038,0	0,0000	0,0000	1,0000	121	1490,9	
13,00	2571,9	0,0000	0,0000	1,0000	131	1880,2	
14,00	3212,8	0,0000	0,0000	1,0000	141	2348,7	
15,00	3988,5	0,0000	0,0000	1,0000	151	2918,4	
16,00	4935,6	0,0000	0,0000	1,0000	162	3618,3	
17,00	6097,4	0,0000	0,0000	1,0000	173	4483,6	
+ 18,00 +	7546,6	0,0000	0,0000	1,0000	185	5574,4	
19,00	9321,4	0,0000	0,0000	1,0000	198	6924,8	
SPEED [kt]	POWER DELIVERY						
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,00	121	117,79	1490,9	1490,9	2981,8	2981,8	643,0
13,00	131	137,36	1880,2	1880,2	3760,3	3760,3	552,3
14,00	141	159,33	2348,7	2348,7	4697,4	4697,4	476,2
15,00	151	184,37	2918,4	2918,4	5836,8	5836,8	410,6
16,00	162	213,29	3618,3	3618,3	7236,5	7236,5	353,2
17,00	173	246,98	4483,6	4483,6	8967,1	8967,1	302,9
+ 18,00 +	185	287,03	5574,4	5574,4	11148,8	11148,8	257,9
19,00	198	333,66	6924,8	6924,8	13849,5	13849,5	219,2
SPEED [kt]	EFFICIENCY		THRUST				
	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
12,00	0,6835	0,6835	165,06	330,12			
13,00	0,6840	0,6840	192,28	384,57			
14,00	0,6840	0,6840	223,04	446,08			
15,00	0,6833	0,6833	258,44	516,87			
16,00	0,6820	0,6820	299,81	599,63			
17,00	0,6800	0,6800	348,60	697,20			
+ 18,00 +	0,6769	0,6769	407,48	814,97			
19,00	0,6730	0,6730	476,82	953,65			

Report ID:20160404-1839

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

4 abr 2016 06:39

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Estimación preliminar propulsor.hcnc

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
12,00	0,7589	0,1491	0,02634	0,25886	0,060278	0,65918	0,96445	1,63e7	
13,00	0,7602	0,1485	0,02627	0,25694	0,059789	0,6543	0,95663	1,76e7	
14,00	0,7602	0,1485	0,02627	0,25699	0,0598	0,65441	0,9568	1,89e7	
15,00	0,7585	0,1492	0,02636	0,25939	0,060413	0,66052	0,9666	2,03e7	
16,00	0,7549	0,1507	0,02656	0,26448	0,061716	0,67348	0,98746	2,18e7	
17,00	0,7496	0,1530	0,02685	0,2724	0,063758	0,69366	1,0201	2,33e7	
+ 18,00 +	0,7419	0,1563	0,02727	0,28402	0,066779	0,72324	1,0685	2,49e7	
19,00	0,7328	0,1602	0,02775	0,29828	0,070535	0,75957	1,1286	2,66e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,00	8,18	0,00	0,00	25,56	0,208	29,26	2,0	2,0	3505,9
13,00	6,97	0,00	0,00	27,64	0,234	34,08	2,1	2,1	3509,2
14,00	6,01	0,00	0,00	29,76	0,263	39,53	2,6	2,6	3509,2
15,00	5,24	0,00	0,00	31,96	0,297	45,81	3,3	3,3	3505,0
16,00	4,60	0,00	0,00	34,25	0,337	53,14	4,5	4,5	3496,3
17,00	4,08	0,00	0,00	36,66	0,384	61,79 !	6,1	6,1	3483,1
+ 18,00 +	3,64	0,00	0,00	39,21	0,441	72,22 !!	8,4	8,4	3464,3
19,00	3,26	0,00	0,00	41,91	0,508	84,52 !!	11,8	11,8	3442,2

Report ID:20160404-1839

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539